



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

VATTENTILLGÅNGAR FÖR BEVATTNING I KALMAR LÄN

- I Litteraturöversikt**
- II Intervjuundersökning rörande vattenmagasin**

Annika Andersson



Examensarbete

Handledare: Harry Linnér och Ragnar Persson, SLU
Börje Thuresson, Länsstyrelsen, Kalmar

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Avdelningsmeddelande 95:4
Communications**

Uppsala 1995

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--95/4--SE

Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

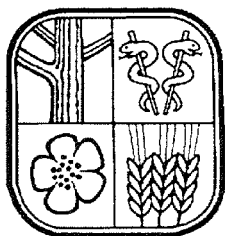
Distribution:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 85, 67 11 86

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics
P.O. Box 7014
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

Tel. +46-(18) 67 11 85, +46-(18) 67 11 86



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

VATTENTILLGÅNGAR FÖR BEVATTNING I KALMAR LÄN

I Litteraturöversikt

II Intervjuundersökning rörande vattenmagasin

Annika Andersson

Examensarbete

Handledare: Harry Linnér och Ragnar Persson, SLU
Börje Thuresson, Länsstyrelsen, Kalmar

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Avdelningsmeddelande 95:4
Communications**

Uppsala 1995

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM-95/4-SE

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört i samverkan med länsstyrelsen i Kalmar län där lantbrukskonsulent Börje Thuresson på länsstyrelsens lantbruksenhet varit min handledare. Börje Thuresson har under en mängd år arbetat mycket aktivt med att hjälpa lantbrukarna i länet att förbättra deras tillgång på bevattningsvatten. Huvuddelen av de magasin som anlagts i länet har projekterats av Thuresson. Vid dokumentationen av vattenmagasinen, vilken utgör en del av detta examensarbete, har Börje Thuresson varit till stor hjälp. Han har inte bara valt ut lämpliga lantbrukare för intervjuundersökningen utan även hjälpt till med den första kontakten. Likaså har han delat med sig av sina kunskaper om bevattning i allmänhet och vattenmagasinen i synnerhet.

Harry Linnér och Ragnar Persson vid institutionen för markvetenskap, avdelningen för hydroteknik har tjänstgjort som handledare, både för litteraturöversikten och intervjuundersökningen. Deras kommentarer har varit till värdefull hjälp vid utförandet av examensarbetet.

Sist men inte minst vill jag tacka alla de lantbrukare som tagit sig tid att besvara mina frågor och visa mig sina vattenmagasin.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	Sida
INLEDNING	7
I. LITTERATURÖVERSIKT	7
VATTENBALANS	7
Nederbörd och avdunstning	7
Avrinning och grundvattenbildning	9
VATTENTILLGÅNGAR I KALMAR LÄN	10
Grundvatten	10
Ytvatten	12
Saltvatten	16
Avloppsvatten	16
BEVATTNING	16
Bevattningsbehov	16
Bevattningsens omfattning	21
Orsaker till förändringar i bevattningsens omfattning	22
VATTENANSKAFFNING	22
Brunner (grundvatten)	23
Direktuttag i vattendrag och sjöar	24
Saltvatten	27
Avloppsvatten	28
Vattenmagasin	29
II. INTERVJUUNDERSÖKNING	30
METODIK	30
RESULTAT	31
Tidigare bevattning	32
Ytvattentillgångar i intervjuområdena	32
Bevattningsbehov	33
Lagar och myndighetskontakter	37
Teknik	37
Kostnader	38
Negativa aspekter	40
DISKUSSION	41
SAMMANFATTNING	43
LITTERATURFÖRTECKNING	44
BILAGA	48

INLEDNING

Bevattnings i jordbruket har sedan 1970-talet ökat markant. Flera torra odlingsår i följd och utvecklingen av moderna, enkla bevattningsmaskiner bidrog till detta förlopp. Tillgången på vatten är i Sverige god. Den totala vattenförbrukningen i landet utgör endast 2 % (ca 3000 milj. m³) av det årligen tillgängliga avrinningsvattnet. Anspråken på bevattningsvatten i jordbruket uppgår till ca 100 milj. m³, dvs mindre än 4 % av den totala sötvettenanvändningen. Intressant att notera är att bevattningsvolymen under torrår är av samma storleksordning som förlusterna (vattenverkens egen användning och ledningsläckage) i den allmänna vattenförsörjningen.

Likafullt uppstår på många platser varje år konflikter mellan jordbrukets bevattningsanspråk och naturvårdsintressen eller den kommunala vattenförsörjningen. Detta beror på att vattenresurserna är ojämnt fördelade i tid och rum. Efterfrågan på bevattningsvatten är vanligen som störst när tillgången är som minst, dvs under sommarmånaderna. Dessutom sker den övervägande delen av jordbruksproduktionen i södra Sverige där vattentillgångar i form av sjöar och vattendrag är begränsade i jämförelse med norra Sverige. Tack vare de genomsnittligt stora resurserna finns emellertid möjlighet att tillfredsställa bevattningsanspråken genom att reglera tillgångarna i tid och rum.

Detta examensarbete syftar till att visa på möjligheter och svårigheter när det gäller vattenanskaffning i Kalmar län. Länet hör till de nederbördsfattigaste i Sverige, varför behovet av bevattning är särskilt stort. Arbetet består av två delar. Den första delen är en litteraturöversikt över vattentillgångar och bevattning i Kalmar län. Del två utgörs av en intervjuundersökning med ett antal lantbrukare i Kalmar län, som har anlagt magasin för tillvaratagande av överskottsvatten från vinterhalvåret.

I. LITTERATURÖVERSIKT

Syftet med litteraturöversikten är att sammanställa de faktorer som inverkar på tillgången på bevattningsvatten och på lantbrukarnas benägenhet att bevattna. Bevattningens omfattning berörs också.

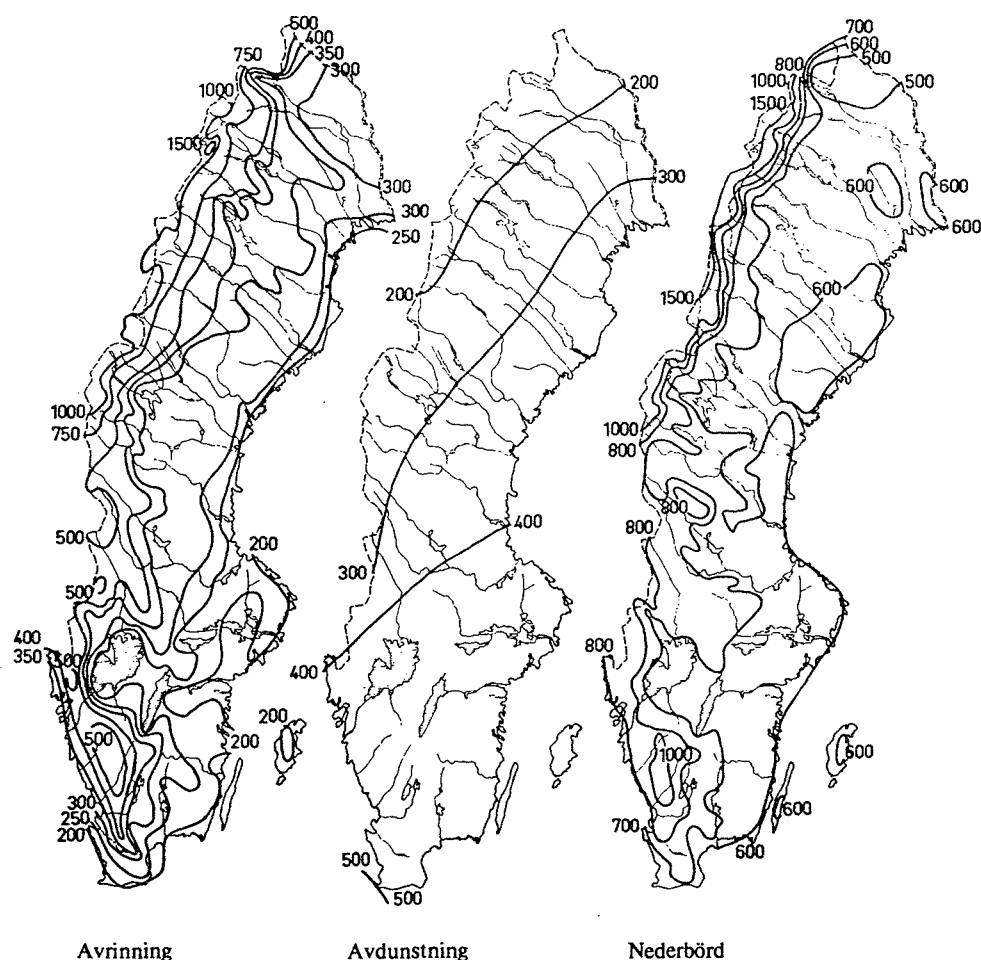
VATTENBALANS

Nederbörd och avdunstning är de klimatfaktorer som har störst betydelse för vattenbalansen. Den tillgängliga vattenmängden i form av ytavrinning och grundvatten bildas av nettonederbörden, dvs nederbörd minus avdunstning.

Nederbörd och avdunstning

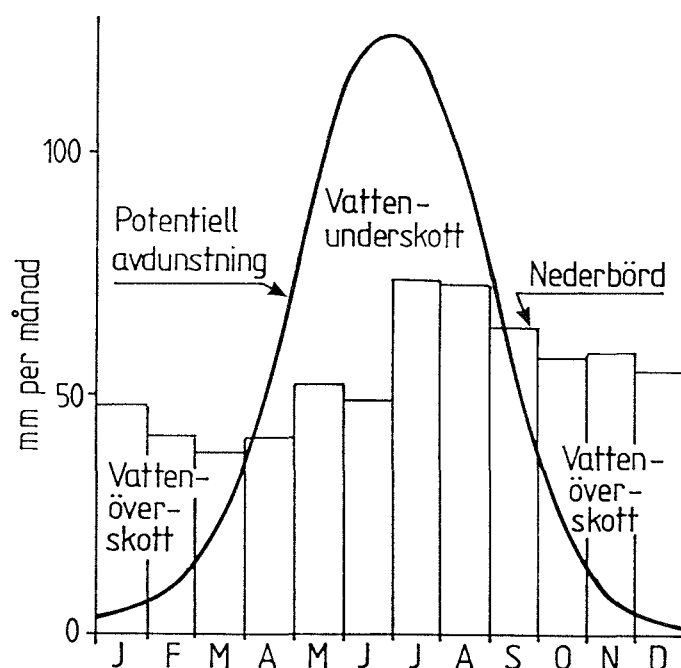
Det svenska klimatet kännetecknas av nederbördsöverskott på årsbasis. Under vegetationsperioden är dock nederbörden ofta otillräcklig eller olämpligt fördelad. Dessutom är avdunstningen normalt större än nederbörden under sommarmånaderna. I södra och mellersta Sverige

är nederbördsunderskottet, dvs skillnaden mellan nederbörd och potentiell avdunstning, 100 - 200 mm under maj till september. Den del av nederbörden som är tillgänglig för yt- och grundvattenbildning, är i de torra, bevattningskrävande delarna endast 150-350 mm per år (Eriksson, 1986). Se figur 1 "Årlig avrinning, avdunstning och nederbörd 1931-1960".



Figur 1. Årlig avrinning, avdunstning och nederbörd 1931-1960, samtliga i mm/år (SMHI, 1979).

Avdunstning och växternas transpiration brukar gemensamt benämnas evapotranspiration. Här måste man skilja mellan begreppen potentiell evapotranspiration och verklig evapotranspiration. Den potentiella är den av klimat och vegetation betingade vid obegränsad vattentillgång, medan den verkliga är den man får när hänsyn tagits till att tillgången på vatten i marken begränsar transpiration och avdunstning (Bergström, 1993). Den potentiella evapotranspirationen under enskilda dagar kan variera mellan 0 och 10 mm och är i genomsnitt störst i juni och juli men maj och augusti kan ha lika höga värden (Johansson & Linnér, 1977). Däremot kan den verkliga avdunstningen nedgå till mycket låga värden speciellt under sensommaren, framför allt p.g.a. den låga vattenförekomsten (Pousette & Möller, 1972). Ett exempel på den genomsnittliga vattenbalansen visas i figur 2.



Figur 2. Genomsnittlig vattenbalans för perioden 1931-1960 vid station Oskarshamn (SMHI, 1980).

Avrinning och grundvattenbildning

Den nederbörd som faller på vattenytor och vattenmättad mark omvandlas direkt till avrinning, men av den som faller på markytan avrinner endast en mindre del direkt som ytavrinning. Enligt Falkenmark (1979) kan avrinningen i vattendragen delas upp i en del som når vattendragen snabbt och endast passerat ytligare jordlager och i en del som passerat även djupare jordskikt och sprickor i berget och sålunda når vattendragen som utträngande grundvatten med avsevärd försening. Under långa torrvädersperioder förekommer endast den senare avrinningen. Storleken av den avrinning som fångas upp i bäckar, åar och älvar beror dels på det dränerade områdets storlek, dels på hur mycket av nederbörden som blir över sedan avdunstning och transpiration tagit sitt. Sjöar och grundvattenmagasin spelar en avgörande roll för avrinningen. Ju större magasineringen är desto mer utjämnas avrinningens årstidsfluktuationer och desto större blir den tillförlitliga vattentillgången i vattendragen (Falkenmark, 1979).

Grundvattenbildning äger rum i terrängens övre delar, inströmningsområden, med det nederbördsvatten som infiltrerar och som de övre jordlagren inte förmår kvarhålla. Grundvattenbildningen sker främst under de årstider då infiltrationen av regn eller smältvatten överstiger de övre jordlagrens vattenbehov (Falkenmark, 1979). Pousette och Möller (1972) redovisar infiltrationsprocessens beroende av ett flertal faktorer, såsom nederbördens mängd, intensitet och varaktighet, marklagrens lutning, porositet och växtlighet, temperatur, såväl luft som jordlager, samt avstånd mellan markyta och grundvattenyta.

Bjerketorp (1986) uppger att även under ett relativt torrt år är vattentillgången på årsbasis ganska betydande med en sammanlagd avrinning som också i södra Sverige sällan underskrider $100\,000\text{ m}^3$ per km^2 , dvs 100 mm (Bjerketorp, 1986). Den är dock mycket begränsad

under hög- och sensommaren. Enligt Bjerketorps (1986) uppskattning är medelavrinningen för tvåmånadersperioden juli-augusti från många områden så liten som 13 mm eller mindre. Genomsnittliga vattenföringstalet som flerårigt medeltal blir, enligt samma källa, ca 2,5 l/s och km² eller mindre. Avrinningar under 3 mm och medelvattenföringstal på 0,5 l/s och km² är under juli och augusti inte ovanliga vad gäller områden med ingen eller ringa sjöandel och utan speciellt uthålliga grundvattenutmatningar. Från områden på Öland och Gotland är avrinningen en måttlig torrsommar nästan alltid blygsam (Bjerketorp, 1986).

VATTENTILLGÅNGAR I KALMAR LÄN

Grundvatten

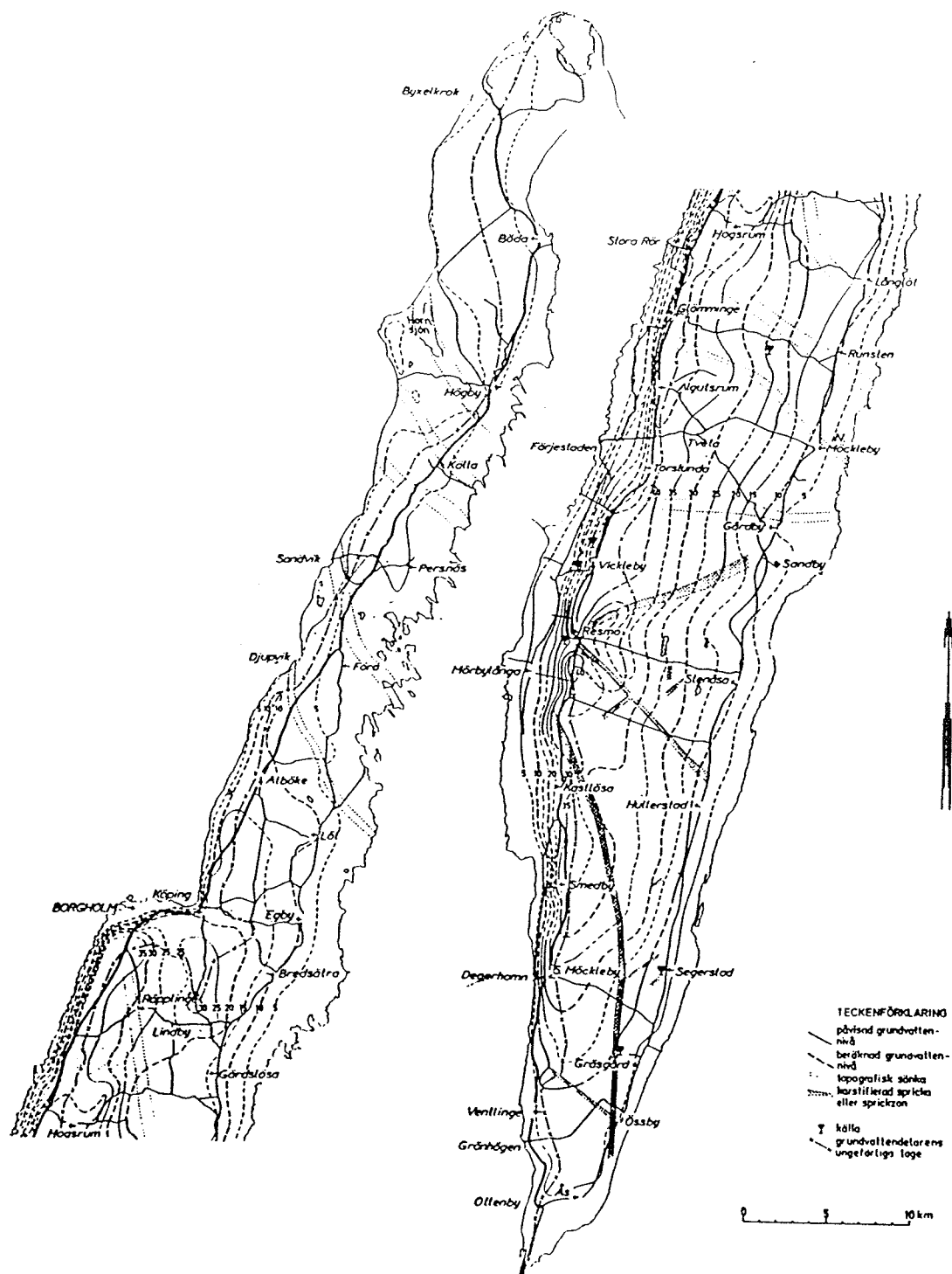
Falkenmark (1979) uppskattar att den genomsnittliga grundvattenbildningen i Sverige över större områden uppgår till mellan 50 och 100 mm. Det understryks dock att den i vissa områden är betydligt lägre och att den även är starkt beroende av klimatiska förhållanden.

Grundvattnets strömningsbild bestäms av de topografiska förhållandena samt av materialets genomsläpplighet. Hög genomsläpplighet är betecknande för t.ex. åsar av sand och grus, medan urberget och överliggande lager av morän och lera är svårgenomsläppliga (Falkenmark, 1979). I en rapport av Eriksson (1986) konstateras att urbergsgrund och tät svårgenomsläpplig morän täcker 2/3 av vårt land, vilket ger liten grundvattenbildning och små magasin. Samtidigt fastslås att porös sandsten och sprickig kalksten samt grova sediment är goda grundvattenakviferer. Sådana bergarter finns i Skåne, särskilt på Kristianstadslätten där grundvattentillgången är god (Eriksson, 1986).

Öland

Flera undersökningar utförda på uppdrag av Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, visar att grundvattenförekomst i berggrund på Öland är helt begränsad till sprickor i densamma (Pousette, 1972; Pousette, 1974). Enligt Pousette och Möller (1972) är det enda i sig självt vattenförande berggrundslagret den underkambriska sandstenen, men den ger med några få undantag bara salt vatten. Om överlagringar i form av täta jordarter eller sedimentbergarter saknas så att regnvatten kan infiltrera kan sandstenslagren ge användbart bevattningsvatten. På grund av den omfattande sprickbildningen, framför allt i kalkstenen och paradoxissimus-sandstenen, är ändå förekomsten av grundvatten på Öland relativt god (Pousette & Möller, 1972). Även alunskiffern är sprickrik och relativt rikt vattenförande, men vattenkvaliteten är ofta dålig p.g.a. bildning av kolväten och svavelväten vid kontakt med luften. Vid Pousettes (1972; 1974) beräkningar av teoretiskt utvinningsbar vattenmängd med hänsyn till en effektiv porositet av 0,5-1 % och vattenförande lagers mäktighet av 15 m framkom att en vattenmängd av ca 20 milj. m³ skulle kunna utvinnas från berggrunden.

Belägenheten av grundvattendelaren, dvs den tänkta linje som sammanbinder punkter med den högsta grundvattennivån, framgår av figur 3. På sträckan Ottenby - Borgholm ligger den ca 0,5-1,5 km öster om själva landborgen. Norr om Borgholm är ön flackare varför vattendelarens läge inte är så entydigt. De längsta transporterna av grundvatten sker således från landborgen mot öster och sydöst (Pousette, 1974).



Figur 3. Grundvattenytans och grundvattendelarens ungefärliga lägen samt berggrundstrukturer på Öland (Pousette, 1974).

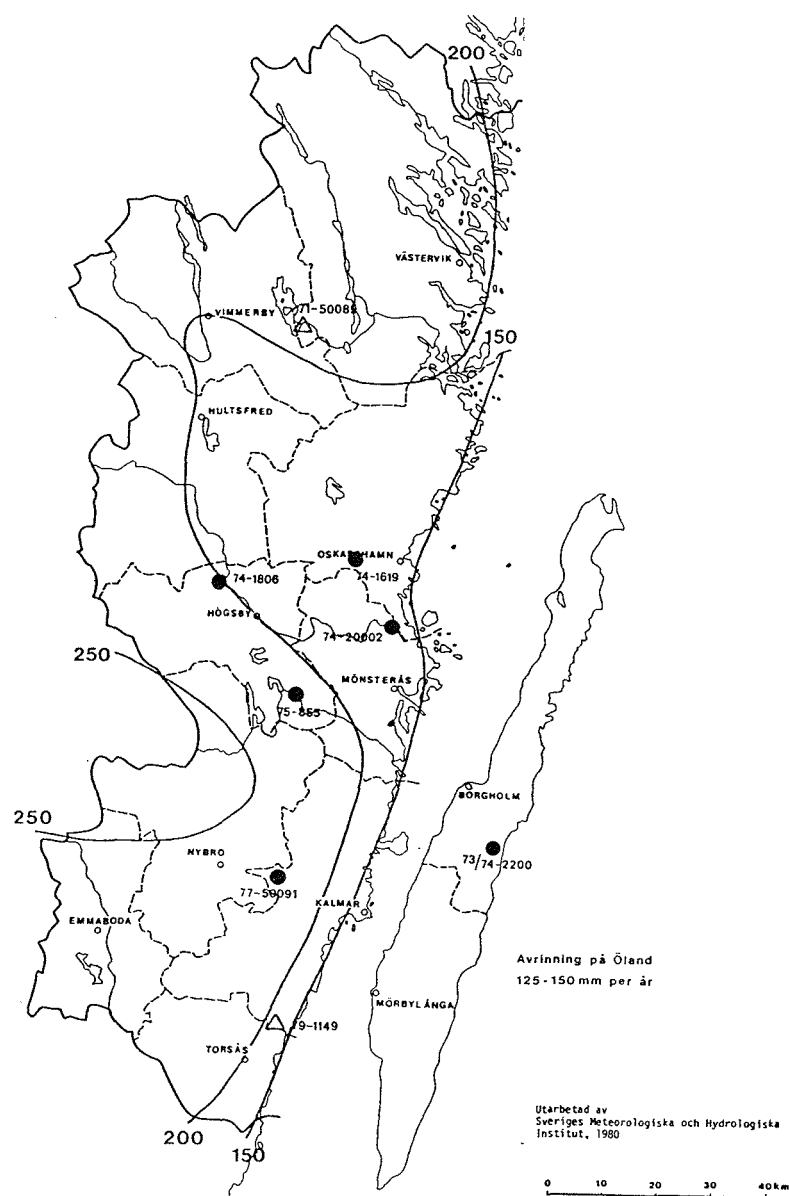
Fastlandet

Berggrunden på fastlandssidan i Kalmar län består enligt SGU (1981) främst av urberg. Möjligheterna att ta ut grundvatten från urberget har bedömts vara goda (50-150 m³/dygn) i länets södra del, väster om Kalmar och sydväst om Nybro, samt i nordväst, norr om Vimmerby. Längs kusten söder om Påskallavik ned till länsgränsen består berggrunden av kambrisk sandsten. Här sägs uttagsmöjligheterna vara goda till mycket goda (150-500 m³/dygn) (SGU, 1981).

I jordlager av sand och grus, som huvudsakligen är isälvsavlagringar, finns i vissa områden stora grundvattentillgångar. Enligt SGU's hydrogeologiska karta (SGU, 1981) förekommer sådana lager endast på ett fåtal ställen i länet och då som smala stråk från inlandet mot kusten.

Ytvatten

Enligt Falkenmark (1979) motsvarar avrinningen i Sverige ca 20 000 m³ per person och år, men detta beror mer på liten befolkning än på stor avrinning. Vattenfördelningen över landet är också omvänd mot befolkningsfördelningen, dvs tillgången är minst där befolkningen är störst. I Svealand och Götaland motsvarar relativa tillgången ca 9000 m³ per person och år, vilket är ungefär lika mycket som finns i stora delar av europeiska kontinenten (Falkenmark, 1979). Figur 4 visar den uppskattade yt- och grundvattenavrinningen i Kalmar.



Figur 4. Avrinning i mm, medelvärden 1931-1961, Kalmar län (SMHI, 1980).

Öland

Ytvattensamlingar på Öland är grunda och torkar i stor utsträckning ut under sommaren. De flesta av de många små bäckar som finns för vatten endast under vissa tider på året, i huvudsak vår och höst. Bara två större sjöar finns, Hornsjön på norra delen av ön med en yta på 2,2 km² och Möckelmossen mellan Stenåsa och Resmo som är en alvarsjö. Den årliga totala ytvattenavrinningen beräknas vara mellan 120 och 150 mm (Pousette & Möller, 1972). På centrala Öland innebär det i genomsnitt en specifik avrinning på 4 l/s och km². Särskilt under vår och höst förekommer stora ytvattenflöden. De kan delvis förklaras av att grundvattenmagasinen då är bräddfyllda och ytterligare infiltration ej kan ske (Pousette & Möller, 1972). Västra landborgen utgör den mest betydelsefulla ytvattendelaren (Pousette & Möller, 1972).

Fastlandet

Bjerketorp och Klingspor (1978) har visat hur liten avrinningen under sommarmånaderna är i några avrinningsområden i Kalmar län. Inventeringen av vattenföringen utfördes 1975 till 1977 i 17 avrinningsområden i länet. Alla områdena är relativt små, mellan 15 km² och 380 km², och samtliga ligger på fastlandet, i södra delen av länet (tabell 1).

Tabell 1. Fakta om inventerade avrinningsområden (efter Bjerketorp & Klingspor, 1978)

Namn	Areal (km ²)	Största längd (km)	Sjöandel (%)	
			egentlig sjö	översvämn.omr.
1. Landabäcksomr.	29	11	-	0,5
2. Applerydsbäckomr.	15	7,3	-	0,4
3. Lindbäcksomr.	41	10	-	0,2
4. Torsåsåomr.	186	20	0,6	0,4
5. Tjärekullabäckomr.	35	14	1,6	-
6. Applerumsåomr.	59	19	-	0,2
7. Glasholmsåomr.	57	16	-	0,1
8. Halltorpsåomr.	120 ¹⁾	26	0,2	0,3
9. Hagbyåomr.	380 ¹⁾	34	2,4	1,0
10. Råsbäcksomr.	34	12	-	-
11. Smedstorpsåomr.	286	31	0,2	-
12. Surrebäcksomr.	33	11	-	-
13. Läckebyåomr.	108	20	-	-
14. Snärjebäcksomr.	177	32	0,9	0,5
15. Norrebäcksomr.	33	12	-	-
16. Nävraåomr.	55	18	0,1	-
17. Koverhultebäckomr.	61	16	-	-

¹⁾ Halltorpså- och Hagbyåområdets arealer är de angivna vid lågvattenföring. Vid högre vattenföring överföres en del vatten från Hagbyån till Halltorpsån via en bifurkation mellan Vänsjösjön och Ugglebosjön.

Förutom att vattenföringen ökar ungefär proportionellt med områdets storlek spelar flera andra faktorer, såsom avrinningsområdets form, andel öppen mark, sjöandel, topografi, förekomst av bifurkationer och av grovkorniga sediment samt vattendragsregleringar, roll för storleken på avrinningen och avrinningens fördelning i tiden. I de här undersökta områdena är det den ringa sjöandelen och förekomsten av grovkorniga sediment som har störst betydelse för vattenföringen.

Endast Hagbyåområdet är så sjörikt att det märks i avrinningstalen, men de är också påverkade av bifurkationsförbindelsen med Halltorpsån på så sätt att vid högt vattenstånd strömmar vatten från Hagbyån över till Halltorpsån. Karakteristiskt för de övriga områdena är att vattenföringen från ett någorlunda högt värde i maj snabbt minskar i juni månad för att i början av juli vara tämligen liten. Detta beror bl. a. just på avsaknaden av sjömagasin som kan stoppa upp vårfloden. De klimatiska förutsättningarna med tidig snösmältning är en annan orsak till vårflodens snabba avklingande. Följden av dessa faktorer blir att vårflodens storlek har mycket liten betydelse för vattentillgången under den egentliga bevattningssäsongen.

De grovkorniga sedimenten, rullstensåsar eller sandavlagringar, som finns i de flesta av de inventerade områdena har däremot en positiv inverkan på vattenföringen under sommaren. Oberoende av nederbördsförhållandena sker ett tydligt urskiljbart utläckande av grundvatten under hela sommaren till vissa av vattendragen (Halltorpsån, Hagbyån, Smedstorpsån, Snärjebäcken, Nävraån och Koverhultebäcken). Medelvattenföringar i m³/s för områdena i tabell 1 under de aktuella åren framgår av tabell 2. Tabellen ger en antydning om vilka vattenmängder de olika områdena kan leverera under skilda delar av sommaren.

Tabell 2. Medelvattenföringsvärden i m³/s under första och andra hälften av juni och under månaderna juli och augusti åren 1975-1977 för de inventerade avrinningsområdena (efter Bjerketorp & Klingspor, 1978)

Område	Juni						Juli			Augusti		
	1:a hälften			2:a hälften								
	torr	våt	medel	torr	våt	medel	torr	våt	medel	torr	våt	medel
1	0,020	0,12	0,058	0,008	0,018	0,013	0,005	0,010	0,007	0	0,012	0,004
2	0,005	0,067	0,030	0	0,004	0,002	0	0	0	0	0	0
3	0,038	0,12	0,078	0,015	0,031	0,025	0,008	0,011	0,010	0,004	0,010	0,007
4	0,22	0,39	0,31	0,045	0,066	0,056	0,003	0,046	0,019	0	0,028	0,010
5	0,027	0,10	0,067	0,007	0,036	0,020	0,002	0,012	0,006	0	0,044	0,015
6	0,057	0,068	0,06	0,016	0,024	0,020	0,006	0,073	0,028	0	0,075	0,025
7	0,086	0,23	0,16	0,024	0,078	0,044	0,004	0,12	0,045	0,001	0,18	0,063
8	0,29	0,53	0,43	0,13	0,24	0,17	0,029	0,22	0,097	0,008	0,28	0,10
9	0,92	1,19	1,03	0,45	0,89	0,62	0,40	0,54	0,45	0,48	0,63	0,54
10	0,034	0,069	0,053	0,015	0,023	0,020	0,005	0,027	0,013	0,002	0,037	0,016
11	0,32	2,26	1,12	0,10	0,32	0,19	0,050	0,21	0,11	0,050	0,17	0,092
12	0,010	0,25	0,15	0,003	0,066	0,028	0,002	0,008	0,004	0,001	0,017	0,006
13	0,075	0,82	0,45	0,020	0,25	0,11	0	0,028	0,014	0	0,028	0,009
14	(0,33)	1,24	(0,79)	(0,21	0,69	(0,45)	(0,18	0,23	(0,21)	0,025	0,15	0,077
15	0,020	0,37	0,15	0,002	0,12	0,043	0	0,010	0,005	0	0,009	0,003
16	0,078	0,46	0,23	0,035	0,14	0,074	0,012	0,056	0,028	0,002	0,045	0,017
17	0,083	0,55	0,38	0,038	0,17	0,099	0,018	0,047	0,028	0,002	0,050	0,019

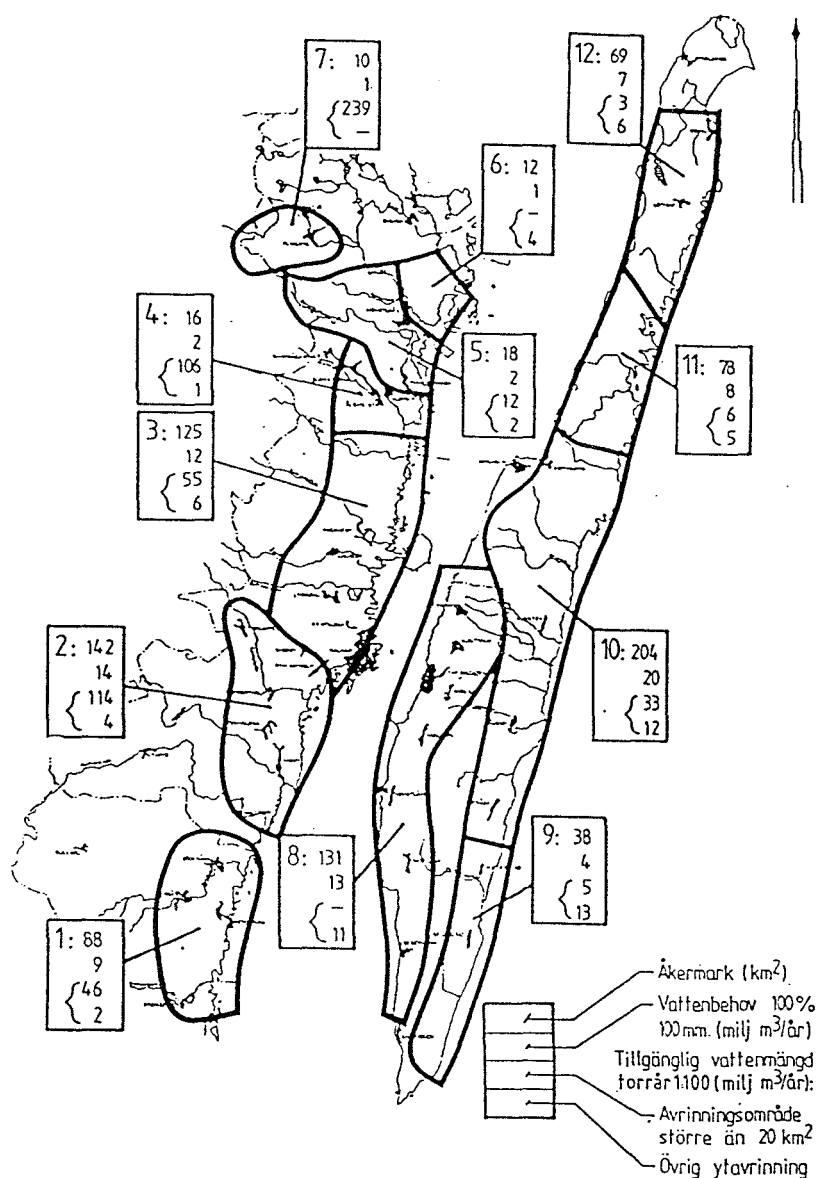
Uppgifter från juni och juli 1975 saknas från område 14. Alla uppgifter för juni och juli för detta område, avser därför endast åren 1976-1977. Värden som till följd därav säkerligen blivit missvisande har satts inom parentes (Bjerketorp & Klingspor, 1978).

Som en jämförelse presenteras i tabell 3 Jordbruksverkets (1992) beräkning för hela landet av det totala uttagsbehovet för jordbruksbevattning från vattendrag i relation till vattenföring. I denna tabell antas att bevattningsuttaget är jämt fördelat över en fyramånadersperiod.

Tabell 3. Totalt behov av vattenuttag för bevattning från vattendrag i relation till vattenföring (Jordbruksverket, 1992)

	Vattenuttag från vattendrag, milj. m ³ /s	Motsvarande vattenföring, m ³ /s
Normalår	14,4	1,35
Torrår	42,7	4,05

Även K-Konsult (1984) har gjort beräkningar av det tillgängliga ytvattnet i Kalmar län i förhållande till bevattningsbehovet. Figur 5 visar deras uppskattning av den tillgängliga ytvattenmängden, vilken för de redovisade områdena överstiger bevattningsbehovet. Noteras bör emellertid att det är den *årliga* vattenmängden som redovisas och inte den som är tillgänglig under bevattningssäsongen.



Figur 5. Ytvattentillgångar och bevattningsbehov (K-Konsult, 1984).

Saltvatten

Enligt Statistiska Centralbyrån (1988) fanns år 1985, 60 uttagpunkter för havsvatten till bevattningsändamål i Sverige, av dessa fanns 31 på Öland. Anläggningskapaciteten var 1985 i Kalmar län 1505 m³/tim för bevattning med havsvatten (Statistiska Centralbyrån, 1987).

Östersjövatten håller salthalter om ca 0,6 % utanför mellersta Sveriges kust och 0,8-0,9 % vid sydöstra Skåne vilket innebär att ca 2 ton salt/ha tillförs med en bevattningsgiva på 30 mm. På genomsläppliga jordar lakas det tillförda saltet ur profilen med nederbördsvattnet. Östersjövatten kan därför användas på lätta jordar och till salttoleranta grödor, som sockerbetor, korn och raps (Johansson & Linnér, 1977).

Avloppsvatten

Beräknat efter fördelning av bevattningsanläggningarnas totala kapacitet utnyttjas i Sverige spillvatten för bevattning med drygt 1 % av det totala vattenuttaget. Som spillvatten räknas vatten från kommunala avlopp och industri. I Kalmar län var 1985 den maximala kapaciteten för spillvattenbevattning 672 m³/tim vilket utgjorde knappt 4 % av den totala uttagskapaciteten i länet (Statistiska Centralbyrån, 1987). Nilsson (1986) redogör för några projekt med avloppsvattenbevattning i Gotlands kommun vilka har en sammanlagd lagringskapacitet på knappt 1 milj. m³. På Öland finns i Böda en anläggning för bevattning med avloppsvatten. Enligt länsstyrelsen i Kalmar skall anläggningen endast ses som en försöksverksamhet (K-Konsult, 1984).

BEVATTNING

Bevattningsbehov

För växtproduktion på åker åtgår i Sverige i genomsnitt 250 mm nederbörd eller totalt 7500 milj. m³ vatten per år (Johansson & Linnér, 1977). Bevattningsbehovet varierar kraftigt beroende på nederbördssituation och väder i allmänhet, men även grundvattennivåer, typ av jordar samt vilka grödor man odlar har självklart betydelse. Nederbörden i Kalmar län framgår av figur 7 och avdunstningen visas i figur 9.

Jordar

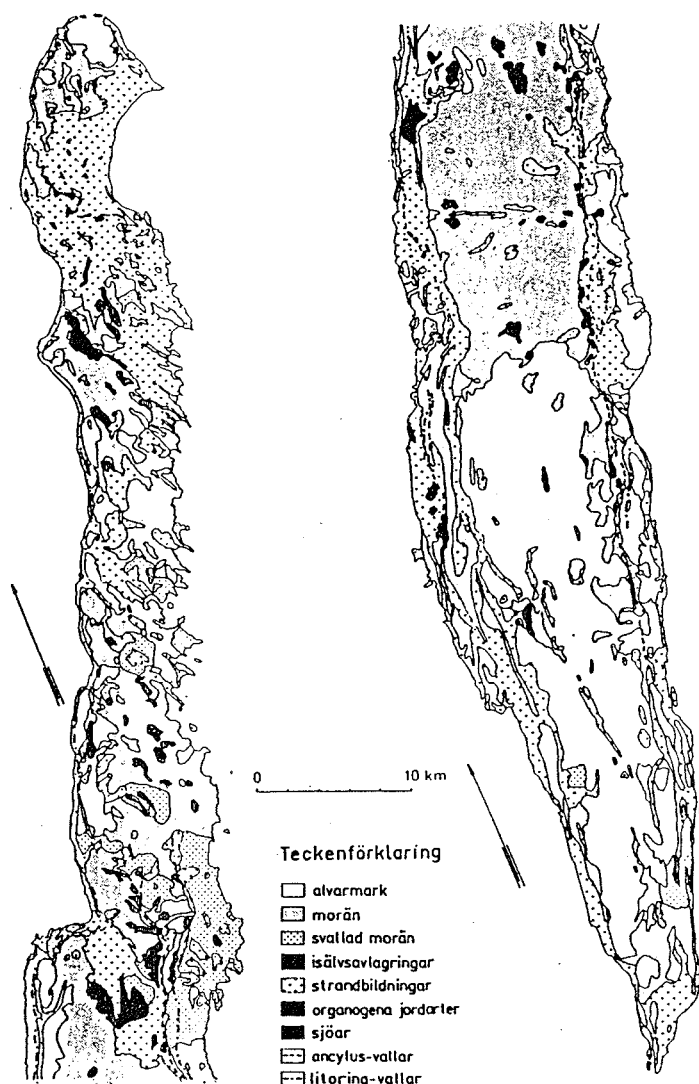
Den vattenhållande förmågan varierar starkt mellan olika jordar. Tabell 4 anger bevattningsmängder för några olika typer av jordar och rotdjup. Allmänt kan sägas att lätta jordar med liten vattenhållande kapacitet behöver vattnas oftare och med mindre givor per gång än fin-kornigare jordar med större vattenhållande förmåga.

När det gäller jordarna i Kalmar län finns ingen heltäckande jordartskarta. Några undersökningar som gjorts (Wiklert m.fl., 1983; Persson & Wesström, 1991) visar på olika typer av moränjord, alltifrån grusig morän till moränlättilera. Den vattenhållande kapaciteten är mycket

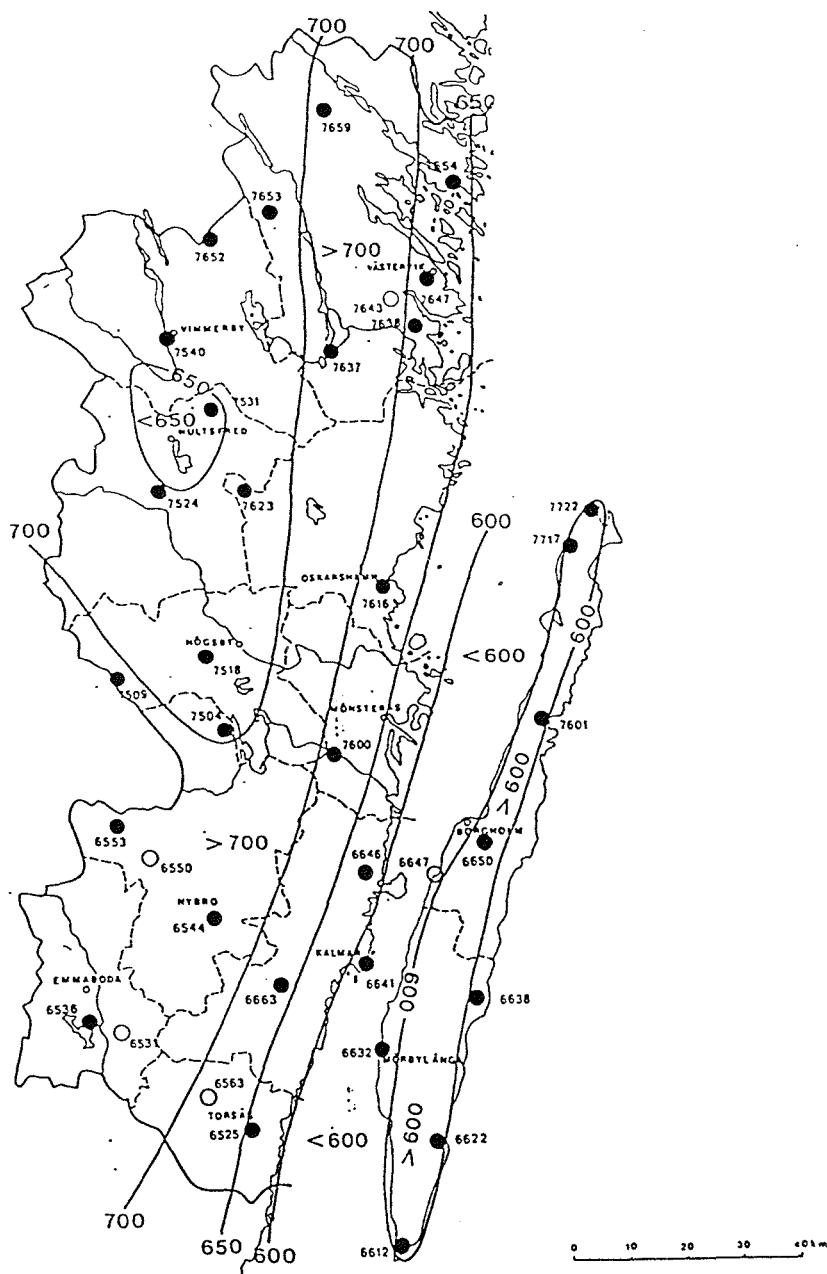
varierande. (För lantbrukarnas egen bedömning av jordtyper se tabell 11, sid. 32.) Ölands jordarter återges i form av en jordartskarta i figur 6.

Tabell 4. Lämpliga bevattningsmängder (netto) för olika jordar och rottdjup (Johansson & Linnér, 1977)

Jordart i matjorden	Rottdjup, cm	Bevattning, mm per gång
Mullfattig sand	0 - 30	15 - 20
	0 - 50	25 - 30
Mullhaltig grovmo	0 - 30	25 - 30
	0 - 50	35 - 45
Mullhaltig lättlera	0 - 30	30 - 40
	0 - 50	40 - 50
Mullhaltig styv lera	0 - 30	25 - 30
	0 - 50	35 - 45
Mulljord	0 - 30	40 - 50
	0 - 50	70 - 80



Figur 6. Jordartskarta över Öland (Königsson, 1968).



Figur 7. Nederbörd i mm, medelvärde 1931-1960, Kalmar län (SMHI, 1980).

Grödornas vattenbehov

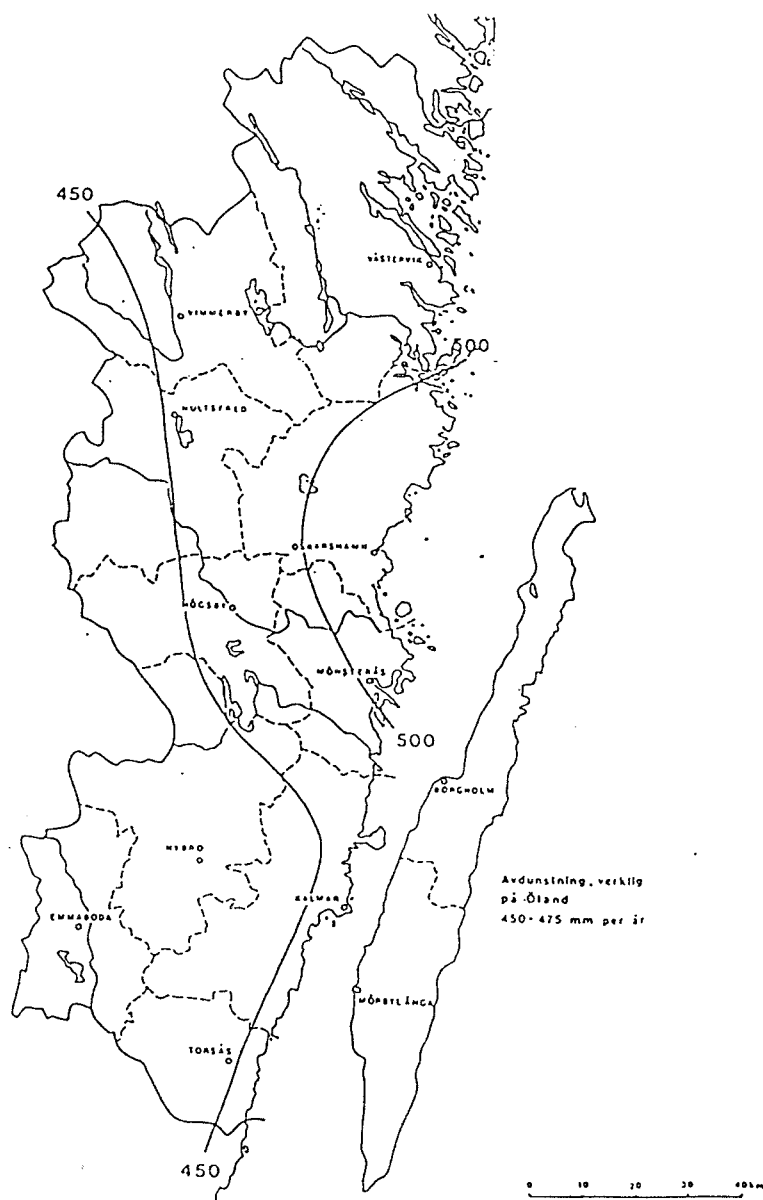
En grödas maximala vattenbehov kan sättas lika med avdunstningen från mark och bestånd vid god vattentillgång, dock kan behovet för optimal tillväxt och utveckling vara lägre (tabell 5 och figur 8).

Tabell 5. Genomsnittligt vattenbehov i mm för grödor som bevattnas (södra Sverige) (efter Johansson & Linnér, 1977)

	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Maj-Sept.
Vall	80-85	90-100	90-100	70-75	55-60	390-420
Potatis	40-45	80- 85	90-100	70-75	40-45	330-350
Vårsäd	60-65	90-100	70- 80	40-45	25-30	290-310

	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt
Vallar							
Höstsäd							
Vårsäd							
Färskpotatis							
Sen matpotatis							
Rotfrukter							
Jordgubbar							

Figur 8. Perioder då grödans vattenbehov är lika stort eller nästan lika stort som den av vädret beroende möjliga avdunstningen. Periodernas början och längd är representativa för Mellan-sverige (Johansson & Linnér, 1977).



Figur 9. Avdunstning i mm, medelvärde 1931-1960, Kalmar län (SMHI, 1980).

Potatis hör till de mest torkkänsliga grödorna då den har ett grunt och svagt utvecklat rotsystem. Dessutom är den mesta odlingen lokaliserad till svagt vattenhållande jordar. Skördestatistik från åren 1982 till 1991 visar avkastningsskillnader mellan bevattnat och obevattnat på 29 %. Ofta lönar det sig att bevattna oftare med mindre givor. Försök har också visat att näringsupptagningen blir effektivare vid bevattning, vilket minskar risken för utlakning av närsalter till vattendragen (Linnér, 1986).

Slätter- och betesvallar svarar också bra på bevattning. Försök med bevattning och kvävegödsling i Kalmar län har visat att enbart kvävegödsling höjde avkastningen men inte minskade avkastningsvariationen. Enligt Linnér (1986) minskade bevattning och gödsling tillsammans variationen mellan åren och även mellan olika jordar. Avkastningsskillnader i olika typer av vallar med olika torkkänslighet och förmåga att utnyttja markvattnet jämnades ut. Vid förbättrad vattentillgång har tillfört kväve utnyttjats effektivare.

I motsats till vad som framkommit vid tidigare försök (Linnér, 1986) visar Persson (1994) att även tidig bevattning av *sockerbetor* kan ge större skördar och högre sockerhalt. Vid försöken som utfördes under 1989 till 1993 uppmättes den största skördeökningen med bevattning vid behov under hela säsongen, upp till 24 procents ökning jämfört med obevattnat. Merskörden av socker, 19 kg per tillförd mm vatten och hektar, var störst vid tidig bevattning, dvs i maj och juni. Sen bevattning, dvs vid behov från slutet av augusti till början av september, har inte haft någon större inverkan på totalskörden, däremot är sockerutbytet lägst i detta led.

Ingvarsson (1978) har sammanställt en rad försök med bevattning i trädgårdsgrödor. I Norge (Kise forskningsstation) har försök med *lök* visat hur torka i olika stadier påverkar utveckling och skörd (Dragland, 1975). Lök som utsattes för torka direkt efter planteringen gav 15-23 % lägre avkastning än kontrollerdet (bevattning hela vegetationsperioden). En torrperiod under 3 veckor i juli, i samband med att lökutvecklingen startade resulterade i 13-21 % minskning av skörden jämfört med kontrollerdet. Den sista torrperioden (3 veckor omedelbart före skörd) minskade avkastningen med 2-12 % och hade ingen positiv effekt på skalkvaliteten eller på lagringsduglighet jämfört med resultaten av kontrollerdet. Högsta skörd och relativt god kvalitet och lagringsduglighet uppnåddes då försöksrutorna bevattnades ofta och med små givor. Andra försök i Färjestaden på Öland (Ingvarsson, 1978) visar likaledes på högst avkastning vid tät bevattning (15 mm giva vid 15 mm underskott).

Flera försök med *jordgubbar* och bevattning har utförts under en lång rad år. 1942 till 1946 pågick försök i Källby, Lund, som visade att bevattning gav en merskörd av 10-15 % men också i någon mån försenade bärens mognad (Johansson, 1948). Liknande resultat framkom i försök på Kise forskningsstation i Norge 1955. Där fann Thorsrud (1958) att även bärkvaliteten blev bättre med bevattning. Högst avkastning erhöles med bevattning 5 gånger med 30 mm, vilket gav en skördeökning med 39,2 % och en ökning av bärstorleken med 26,5 %.

Ytterligare försök i Kise (Kongsrud, 1970) syftade till att utröna hur torka under olika perioder påverkar jordgubbarna. Särskilt två perioder visade sig ha stark påverkan:

- Torka i perioden mellan blomning och bärmognad reducerade bärstorleken och därmed avkastningen.
- Torka i augusti med efterföljande hög markfuktighet i september, ökade avkastningen följande år som en följd av att antalet blommor och bär per planta ökade. Torka i augusti hämmar den vegetativa tillväxten och stimulerar knoppsättningen. 1969 mognade bären först i de led som hade haft torka i augusti och september.

Bevattnings omfattning

I Sverige fanns 1975 bevattningsanläggningar vid 4452 företag och 52 000 ha bevattnades. Kapaciteten uppgick till 140 000 m³ per timme. Ytterligare areal som skulle ha bevattnats om så behövts uppgick endast till 13 800 ha, vilket visar att 1975 var ett mycket torrt år (Statistiska Centralbyrån, 1987).

År 1985 fanns enligt Statistiska Centralbyrån (1987) i hela riket 6252 företag (med åker över 2,0 ha) med bevattning. Totalt bevattnades 48 000 ha, om 1985 varit ett torrår skulle 99 000 ha hektar bevattnats. Under tioårsperioden efter 1975 ökade alltså bevattningen kraftigt och tekniken utvecklades, vilket lett till intensiv konkurrens om vattnet på många håll. Den sammanlagda uttagskapaciteten i Sverige uppgick 1985 till ca 240 000 m³ per timme, varav 48 % kom från vattendrag, 22 % från insjöar, 15 % från anlagt vattenmagasin, 13 % från grundvatten, knappt 1 % från saltvatten samt drygt 1 % från spillvatten. För Kalmar län anges motsvarande siffror i tabell 6.

De 48 000 hektar som bevattnades 1985, utgjorde ca 1,6 % av den totala åkerarealen i riket. Vid torrår skulle ca 3,4 % av totala arealen ha bevattnats (99 000 ha). De mest bevattnade grödorna var potatis, vårsäd och slåttervall. Av potatisen bevattnades 28 % (10 700 ha) av den totala arealen, men procentuellt var bevattningen högst på trädgårdsväxter, 4900 hektar av 14 800, dvs 33 % (Statistiska Centralbyrån, 1987). Nyare statistik visar att under åren 1982 till 1991 bevattnades i medeltal 45 % av potatisarealen. Möjlighet att bevattna fanns på 62 % av potatisarealen (H. Linnér, pers. medd., 1995). Tabell 7 visar hur stor areal som faktiskt bevattnades 1985 i Kalmar län och dessutom den areal som skulle ha bevattnats om 1985 varit ett torrår. Totalt räknade lantbrukarna med att de under ett torrår skulle ha bevattnat knappt 7000 hektar, vilket utgjorde ca 5 % av den totala arealen i länet.

Tabell 6. Bevattningsanläggningarnas beräknade maximala kapacitet (m³/tim) 1985 uppdelat på olika typer av vattentäkt, Kalmar län (efter Statistiska Centralbyrån, 1987)

Vattentäkt	Beräknad kapacitet m ³ /tim
Vattendrag	7371
Insjö	1994
Anl. magasin	4218
Grundvatten	2481
Havsvatten	1505
Spillvatten	672
Totalt	18241

Tabell 7. Faktiskt bevattnad areal 1985 samt total areal som skulle ha bevattnats om 1985 varit ett torrår, Kalmar län (efter Statistiska Centralbyrån, 1987)

Gröda	Bevattnad areal 1985 (ha)	Beräknad bevattning om 1985 varit torrår (ha)
Höstsäd	129	210
Vårsäd	327	1076
Slåttervall	438	1787
Betesvall	244	818
Matpotatis	107	439
Fabrikspotatis	100	213
Sockerbetor	456	1260
Oljeväxter	51	129
Trädgårdsväxter	181	319
Övriga	157	426
Summa areal	2190	6677

Enligt Statistiska Centralbyrån (1990) hamnar Kalmar län på femte plats bland de svenska länen, när det gäller användning av bevattningsvatten i jordbruket. I hela länet beräknas 7 milj. m³ åtgå för bevattning under torrår. Siffran kan jämföras med industrins och hushållens vattenförbrukning vilken uppgår till ungefär 50 milj. m³ respektive knappt 14 milj. m³ (Statistiska Centralbyrån, 1990).

Orsaker till förändringar i bevattningens omfattning

Spridarbevattning började användas under 1940-talets torrår. Bevattningen ökade sedan måttligt fram till 60-talet för att kraftigt expandera under 70-talet (Eriksson, 1986). De främsta orsakerna till ökade investeringar i bevattningsanläggningar under 70-talet var att moderna, bättre och enklare bevattningsmaskiner hade utvecklats samt att flera torra odlingssäsonger hade inträffat. Under 80-talet stagnerade nyinvesteringarna, men återinvesteringar gjordes för att bibehålla kapaciteten i de befintliga anläggningarna (Jordbruksverket, 1992).

Med nuvarande (1992) priser på spannmål och oljeväxter är det inte lönsamt att nyinvestera i bevattningsanläggningar för enbart dessa grödor. Vid bevattning i vallar är det trots skördeökningar och minskade skördevariationer tveksamt om merintäkterna kan bära investeringskostnaderna. I utredningen Bevattning 2000 (Jordbruksverket, 1992) framhålls att nyanläggning kanske kan försvaras om man har mycket torkkänslig mark eller stora arealer.

Weinmann (1989) har i ett examensarbete visat att lönsamheten vid anskaffande av bevattningsanläggning kraftigt förbättras vid övergång till olika typer av specialgrödor, såsom gurka, lök och potatis. I dessa grödor är bevattning oftast nödvändig för godtagbar avkastning och kvalitet. Vid kontraktsodling av ex. gurka är bevattningsmöjlighet nästan alltid ett krav för att få kontrakt. Prisvariationen på specialgrödor är dock stor, vilket innebär ett risktagande som kan verka avskräckande vid omläggning. Ytterligare en hindrande faktor är att behovet av tillfällig arbetskraft ökar.

VATTENANSKAFFNING

Det ansågs 1984 realistiskt att bevattning skulle kunna åstadkommas för ca 10 % av jordbruksmarken i hela landet. I Kalmar län var motsvarande siffra 20-25 % enligt en utredning av K-Konsult (1984). Länsstyrelsen i Kalmar (B. Thuresson, pers. medd., 1995) uppger att i hela länet finns 1995 ungefär 700 bevattningsanläggningar. I runda tal 10 000 hektar kan bevattnas och detta utgör ca 7-8 % av länets jordbruksareal.

Trots vad som ovan sagts om minskad benägenhet att investera i bevattningsanläggningar, finns alltså fortfarande ett stort behov av att öka jordbruksbevattningen under sommar-månaderna. Konflikter om uttag uppstår både mellan olika bevattnare samt emellan dem och kommunala vattenintressen. Industrin och naturvården gör också anspråk på vattenresurserna.

I Kalmar län odlas en stor mängd specialgrödor med höga vattenkrav, ofta på mycket torkkänsliga jordar, särskilt på Öland. Länet hör dessutom till de nederbördsfattigaste i Sverige (figurerna 1 och 7). Under maj till augusti är ytvattenanvändningen för bevattning större än den kommunala vattenanvändningen. Uttagen sker under lågvattenperioder och särskilt under

nederbördsfattiga år. Detta leder lätt till konflikter, i synnerhet med naturvården (Eriksson, 1986).

Rätten till vatten är i Sverige av privaträttslig natur, dvs den som råder över en vattentillgång har i grunden fri rätt att utnyttja tillgången, men flera lagar begränsar nyttjanderätten. Bland dessa kan nämnas Vattenlagen från 1984, Plan och Bygglagen från 1986 och Naturresurslagen från 1987.

I det nedanstående behandlas olika sätt att öka vattentillgången under den tid det bäst behövs och de problem och fördelar som uppstår för den enskilde bevattnaren.

Brunnar (grundvatten)

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har som tidigare nämnts uppskattat grundvattentillgångarna i Kalmar län. En mängd brunnborringar har utförts för att bedöma uttagskapaciteterna. De bästa uttagsmöjligheter som redovisas, dvs från 1 l/s till drygt 5 l/s (80-400 m³/dygn), finns endast i begränsade områden i länet, t.ex. längs södra delen av kusten (SGU, 1981). En modern, medelstor bevattningsmaskin fordrar 10 till 15 l/s. För att ytterligare relatera siffrorna till bevattningens anspråk kan nämnas att en bevattningsanläggnings kapacitet bör vara mellan 1,5-3,0 m³/tim (ca 35 m³/dygn) för varje hektar. Dessa siffror gäller om man räknar med en bevattningsgiva av 35 mm under 10 dagar och driftstiden ligger mellan 12 och 22 timmar per dygn (Johansson & Linnér, 1977). Genom att anlägga ansamlingsmagasin kan relativt små flöden från brunnar magasineras för att under del av dygn eller annan period utnyttjas även till större bevattningsanläggningar.

I K-Konsults utredning (1984) lämnas områdesvisa förslag för ett möjligt ökat utnyttjande av vattentillgångarna som bevattningsvatten i länet. De föreslår uttag av grundvatten i sandstenen längs fastlandskusten. Från Applerydsåsen och Nybroåsen bör vatten också kunna tas direkt eller genom överledning till närliggande ytvattendrag. Samordning krävs emellertid med kommunernas vattenförsörjningsplanering.

På Öland föreslås gamla kommunala grundvattentäkter kunna utnyttjas (K-Konsult, 1984). De rikast givande vattentäkterna på Öland består enligt Pousette (1974) av isälvsmaterial, svallad morän och strandbildningar, ex. Solbergafältet vid Borgholm. I norr finns Bödaåsen som består av isälvsmaterial. På västkusten, mellan Högsrum och Glömminge, ligger Rällafältet, vars uttagsmöjligheter beräknas till 20-30 l/s. Rösslösa, i alvarområdet, förväntas kunna ge 8-12 l/s. Tvetafältet ligger på osvallad morän, som normalt har ogynnsamma hydrologiska egenskaper p.g.a. sitt lerinnehåll, vilket gör infiltrationen långsam. Här har dock stora uttag kunnat göras främst beroende på god hydraulisk kommunikation mellan moränen och berggrunden. Fördjupning av brunnar ned i berggrunden ger ofta bra resultat (Pousette, 1974).

Några rikt givande källor finns på Öland. Källan i Resmo ger 10-12 l/s, under torrtid 4-5 l/s, Lorensparck i närheten av Mörbylånga ger 20 l/s. Vid Mörbylånga finns också Vickelby källa och vid Spjuterum ligger Åkerbykällan (Pousette, 1974).

För uttag av grundvatten krävs tillstånd enligt vattenlagen (Strömberg, 1984), om det inte enbart gäller uttag för husbehovsförbrukning. Motstående intresse vid utnyttjande av grundvattentäkt för bevattning är ofta den kommunala vattenförsörjningen. Omprövning av ett utfärdat tillstånd kan ske till förmån för allmänna intressen, såsom fiske, miljö, hälsovård eller

en orts förseende med yt- och grundvatten för vattenförsörjningen. Emellertid får omprövning inte ske förrän efter den i tillståndet angivna tiden för rätt till omprövning, normalt mellan 10 och 30 år. Omprövningen kan innebära krav på tillståndshavaren att t. ex. utföra skadeförebyggande eller skadekompenserande åtgärder, underkasta sig skyldighet att avstå vatten, fallhöjd eller liknande. I värsta fall kan tillståndet vid konkurrens om yt- och grundvattentäkter helt dras in (Håkansson, 1991).

Uttag från grundvatten innebär ofta en högre kostnad för bevattnaren än direktuttag i vattendrag. De vinster som eventuellt kan göras med kortare stamledningar äts upp av kostnaderna för brunnen. Total kostnad för tillstånd och iordningställande av brunn beräknas av Jordbruksverket (1992) ligga omkring 200 000 kr.

Direktuttag i vattendrag och sjöar

Ungefär 70 % av bevattningsvattnet utgörs av uttag direkt från vattendrag eller sjöar (Statistiska Centralbyrån, 1988). I Kalmar län uppgick dock direktuttagen, enligt bevattningsenkäten 1985, endast till drygt 50 % av den totala uttagsskapaciteten (tabell 6). Många uttag sker emellertid utan tillstånd, vilket kan vara en orsak till att den uppgivna andelen är låg.

Uttag av vatten för bevattning i näringssyfte är enligt huvudregeln i vattenlagen (Strömberg, 1984) tillståndspliktigt. Tillstånd ges av vattendomstolen. Undantag från tillstandsregeln kan endast göras om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom företagets inverkan på vattenresurserna. Eftersom många oreglerade uttag görs från små vattendrag med liten vattenföring under sommaren är det troligt att flertalet av dessa uttag är tillståndspliktiga. Det är i första hand företagaren själv som ska bedöma om det framstår som uppenbart att inga motstående intressen skadas. Om han inte har tillstånd ligger hela bevisbördan på honom om någon anför skada och krav på skadestånd.

Varför söker då så få tillstånd? Jordbruksverket (1992) nämner följande orsaker:

- *Prövningen upplevs som kostsam och byråkratisk.* Risk finns att råka ut för stora och ibland otillbörliga sakägarkostnader. Sökanden har inte bara utredningsskyldigheten (dvs svara för sina egna processkostnader) utan ska även svara för motpartens processkostnader, vilka vid ansökningstillfället är okända.

- *Bevattningsföretagaren har bedömt risken för att få ett tillstånd med betydande inskränkningar i rätten till vatten vara för stor.* Speciellt om uttaget sker från ett mindre vattendrag är denna risk stor. Lantbrukarens risk för utebliven skörd står här mot risken för en utslagen naturmiljö.

- *Tillsynsmyndigheternas (länsstyrelserna) befogenheter är mycket begränsade.* Tillsynen i sig har hittills också varit mycket begränsad.. Enligt vattenlagen måste förelägganden riktas mot den enskilde bevattnaren och då vara sakligt underbyggt. Generella förelägganden har inte kunnat utfärdas enligt vattenlagen. Den tillsyn som skett har gjorts efter enskilda anmälningar förutom de försök till rekommendationer och förelägganden som utfärdats i samband med torka.

Sammanfattningsvis kan sägas att tillräckligt starka motiv ofta saknas för att söka tillstånd när det allmänna i form av värnad naturmiljö utgör det huvudsakliga motstående intresset.

Samverkan vid direktuttag (ex. Hagbyån, Emån)

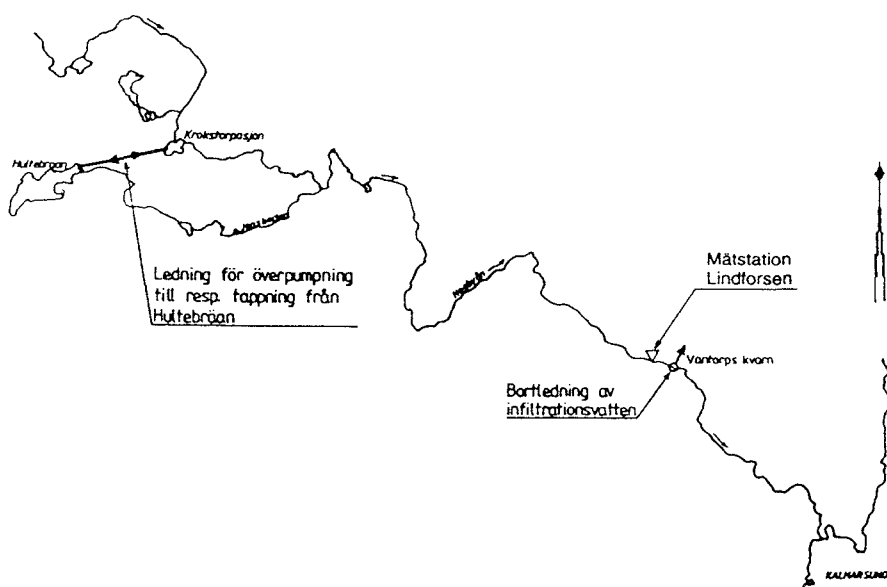
Det ligger i länsstyrelsernas intresse att alla som bör ha tillstånd för uttag av bevattningsvatten också har det. För att kunna samordna och reglera uttag särskilt under torrår är det nödvändigt att ha kunskap om vilka som bevattnar. Även för företagaren är det uppenbara fördelar med att ha ett tillstånd. Han slipper konflikter med motstående intressen som inte nödvändigtvis är naturvärden utan även kan vara andra bevattnare, kommunen eller industrin.

Den nya vattenlagen (Strömberg, 1984) ger möjlighet för vattendomstolen att ta initiativ till samfällighet i samband med att flera ansöker om vattentäkt för bevattning från samma vattentillgång. En förutsättning är då att flera ansökningar finns för samtidig provning hos vattendomstolen, samt att fördelningsbehov föreligger. Det är emellertid sällsynt med samtidiga ansökningar om inte intressenterna redan före ansökan gått samman i t.ex. en bevattningsförening. Så som lagen ser ut nu måste alla ändå söka var och en för sig. I utredningen Bevattning 2000 (Jordbruksverket, 1992) framförs förslag att ändra lagen så att samfällighet som bildas före ansökan också kan stå som sökande. Därefter får samfälligheten fördela den tillåtna uttagsmängden mellan medlemmarna.

Vattendragsvis planering har initierats av några länsstyrelser i landet. I Skaraborgs län bedrivs arbete med samordning av uttag i bl. a. Tidansystemet och i Hallands län i Smedjeån. I Kalmar län har under ett flertal år arbete pågått med att initiera bevattningssamfälligheter.

Exempel Hagbyån

Hagbyån, som mynnar i Kalmarsund söder om Kalmar, har sedan mitten av 1960-talet utnyttjats för Kalmar kommuns vattenförsörjning. En konflikt mellan vattenförsörjningen och bevattningsintresset har funnits sedan början av 1980-talet. Kommunens rätt att ta vatten är beroende av flödet vid Vântorp, som styrs av tappning från Hultebräan till Krokstorpasjön några 10-tals km längre uppströms (figur 10). På vägen mellan Krokstorpasjön och Vântorp används vattnet för bevattning, vilket minskar flödet vid Vântorp. Nedströms Vântorp, som är kommunens uttagspunkt, blir inget vatten över till bevattning (de Maré, 1994).



Figur 10. Hagbyån, Kalmar län (de Maré, 1994).

Ytterligare anspråk på vattenresurserna gör det allmänna i form av fisk- och fiskeintressen samt naturvården. Minsta vattenföring underskrids idag ofta under sensommar och höst. För att ta hänsyn till alla berörda intressen fick Jordbruksverket år 1991, av kommunen i uppdrag att söka en helhetslösning för uttagen i Hagbyån. Denna utrednings slutsatser har redovisats av de Maré (1994).

Rent tekniskt bygger lösningen av konflikten på en ändrad drift av regleringsmagasinet Hultebräan, men som ändå grundar sig på vattenförsörjningens tillstånd och villkor enligt avgivna vattendomar. Följande kriterier uppställdes:

- Helhetslösning, som innebär att de fyra huvudintressenternas vattenföringsbehov i möjligaste mån tillgodoses.
- Bevarad säkerhet för vattenförsörjningen.
- Vattenförsörjningen prioriteras i en bristsituation
- Kostnadsneutralt för vattenförsörjningen.
- Incitament för alla bevattningsintressenter att delta i helhetslösningen.

Det måste alltså vara mer lönsamt att gå med i samfälligheten än att stå utanför. En gemensam lösning ska på bästa sätt tillfredsställa behoven till totalt betydligt lägre kostnad än om någon försöker själv. Samtliga bevattnare som är berörda har ansett det lönsamt att delta (de Maré, 1994).

Exempel Emån

I Jordbruksverkets uppdrag ingick även att undersöka förutsättningarna för en samordnad lösning av vattenanspråken i Emån. Emån mynnar i Kalmarsund norr om Mönsterås. Sjöarealen är 300 km², men med samtliga sjöar uppströms Målilla (ca 90 km väst-nord-väst om mynningen), vilket innebär stora flödesvariationer i nedströmsdelen och en lågvattenföring som skapar konkurrens om vattnet. Huvuddelen av bevattningsbehovet finns nedströms Målilla. Än utnyttjas även för kommunal och industriell vattenförsörjning, för kraftproduktion och fiske. Här finns riksintressanta naturvårdsvärden och stora rekreationstillgångar (de Maré, 1994).

Liksom i Hagbyån bedrivs bevattningen helt utan tillstånd från vattendomstolen. Vid lågflöden beskylls lantbrukarna för olaga uttag, vilka orsakar olägenheter för naturvården, främst fiskeförekomsten och för vattenförsörjningen.

En bevattningsförening har bildats på initiativ av lantbruksenheten på länsstyrelsen. Som lösning föreslås att överta eller köpa in sig i befintliga regleringsmagasin. Under torrperioder skulle då från dessa tappas lika mycket vatten som tas ut för bevattning. Lämpliga regleringsmagasin kan ställas till förfogande av MoDo pappersbruk. 107 bevattnare har förmåtts att teckna sig för medverkan med hjälp av samma argument som i Hagbyåfallet (de Maré, 1994).

En av de största fördelarna för den enskilde bevattnaren är att risken för att vid ansökningstillfället okända sakägaranspråk ska dyka upp, försvinner i och med att samtliga parter ansöker samtidigt. Kostnaderna för tillståndet är alltså i stort sett kända vid ansökans inlämnande.

I Hagbyån har också den tekniska lösningen visat sig leda till att vattenförsörjningens säkerhet utökas och dessutom minskar nivåfluktuationerna i regleringsmagasinet Hultebräan till fromma för sakägarna kring magasinet (de Maré, 1994).

Övriga möjligheter till direktuttag av ytvatten

I hela Kalmar län är det ont om naturliga sjömagasin och det enda riktigt stora vattendraget är Emån. I övrigt är ytvattendragen små eller medelstora. Vad detta innebär för vattenföringen under sommarmånaderna redovisades under ytvattentillgångar ovan.

I K-Konsults utredning från 1984 har man också tittat på möjligheterna att öka ytvattenresurserna. Flera av förslagen går ut på att säkerställa lågvattentillgången i vattendragen genom att skapa större eller mindre magasin i områdena uppströms. Överledning från större åar till bäckar och mindre vattendrag är också i vissa fall möjlig att genomföra.

På Öland är vattenförsörjning via ytvattenuttag särskilt problematisk. Terrängförhållandena och den känsliga naturmiljön medger inte att några större sjömagasin skapas. På södra Öland finns flera vattenfyllda stenbrott vilkas vatten skulle kunna utnyttjas för bevattningsändamål efter överledning till bäckar i närheten (K-Konsult, 1984).

Ovanstående åtgärder är sådana som den enskilde lantbrukaren inte kan genomföra ensam. Samverkan mellan olika bevattnare och med kommunen är nödvändig för deras genomförande. Exempelen från Hagbyån och Emån visar att det är möjligt att skapa en sådan samverkan.

Saltvatten

År 1975 utgjordes ca 10 % av den totala bevattningsvattenmängden i länet av saltvatten. I takt med att sockerbetsodlingen minskat, sedan sockerbruket i Mörbylånga lades ned, har också användningen av Östersjövatten för bevattning minskat (B. Thuresson, pers. medd., 1995).

Sockerbetan är en av de få växter som tål att bevattnas med salt vatten. Övriga salttoleranta grödor är korn och sparris. Vete, havre, råg och raps tillhör den grupp växter som är måttligt salttoleranta. Saltkänsliga däremot är lök, morötter, bönor och jordgubbar medan potatis och gurka tål något högre salthalter. Bönor och fruktträd riskerar natriumförgiftning om halterna i markvätskan är för höga, medan höga halter av kloridjoner framför allt skadar bärväxter och fruktträd. Förutom risken för förgiftning, försvåras växternas vattenupptagning när salthalten blir för hög i markvätskan. Detta leder till vattenstress med eventuell skördereduktion och sämre produktkvalitet som följd (Persson & Wesström, 1991).

En ökning av natriumjonerna i markvätskan leder till försämrad markstruktur, aggregat faller lättare sönder vid fuktiga förhållanden. Rent praktiskt betyder detta att markytan lättare slammar igen och infiltrationsförmågan reduceras så att ytvatten bildas. Sekundära problem som uppkommer är bl.a. skorpbildning, ökad ogräsförekomst, störningar i växtnäringstillgång, syrebrist, ruttnande utsäde och nedsatt skörd. Sämre aggregatstruktur gör också marken känsligare för packning och ältning (Persson & Wesström, 1991).

Salthalten i Östersjön är relativt låg, ca 0,7 %, och nederbörden under vinterhalvåret oftast så riklig att såväl natrium- som kloridjoner lakas ur. Försök har visat att saltkoncentrationen i markvätskan inte uppnår det tillförda vattnets koncentration förrän efter fyra bevattningar med Östersjövatten utan mellanliggande nederbörd (Nitsch, 1967; Kreuger, 1986).

Det är inte troligt att användningen av Östersjövatten kommer att öka. Risken för skador på grödan anses för stor. Vid försök med bevattning med saltvatten i bönodling i Mörbylilla (Håkansson m.fl., 1972) fick alla led sämre avkastning än obevattnat. Samma höst var också markstrukturen sämre på det vattnade området och höstsådd vete kom upp något senare än där man inte vattnat med saltvatten. Sommaren efter fanns dock inga synbara skillnader i vetebeståndet.

I valet mellan att inte vattna alls eller vattna med Östersjövatten kan ändå saltvattnet vara att föredra till vissa grödor. Undersökningar i Danmark (Jørgensen, 1976) visar på skördeökningar i förhållande till obevattnat i odlingar med lök, selleri, purjo, blomkål, rädisa och spenat. Halten NaCl i vattnet var dock inte högre än 0,3 % utom i spenatodlingen, där en avkastningsökning, även i förhållande till bevattning med grundvatten, uppkom vid en NaCl-halt av 0,6 %.

Avloppsvatten

Att använda avloppsvatten till bevattning av jordbruksgrödor kan i viss mån anses vara kontroversiellt. Projekt på Gotland har givit värdefull erfarenhet om förbehandling, lagring och distribution av avloppsvatten till jordbruket och dess användning inom jordbruket.

Problemen med avloppsvattenbevattning är både kvalitativa och kvantitativa. Man har funnit att den mekanisk-biologiska reningen är tillräcklig för att vattnet skall vara användbart. Vid lagring i magasin minst 4 månader reduceras bakterieinnehållet med åtminstone 98 % (Jordbruksverket, 1992).

Tingström (1986) redovisar följande restriktioner som tillämpas på Gotland vid bevattningen för att ytterligare öka den hygieniska säkerheten:

- grödor som är avsedda att förtäras i rått tillstånd får ej bevattnas,
- för övriga grödor ska bevattning upphöra viss tid före skörd så att eventuella smittämnen, som tillförts har avdödat i tillräcklig utsträckning,
- bevattning får ej ske inom 200 m från bebyggelse eller inom 35 m från allmän väg samt ej heller inom ett avstånd av 300 m från bostadsbebyggelse vid vindhastigheter större än 5 m/s.

På Gotland har man också haft kvantitativa problem. Såväl mängden avloppsvatten som behovet av bevattningsvatten är varje år osäkert. Lagringsmagasinen skulle behöva vara större men det har här inte varit ekonomiskt möjligt (Nilsson, 1986).

För både kommunen och lantbrukaren är det ekonomiskt fördelaktigt att avloppsvattnet används för bevattning. Kommunen får lägre driftskostnader och lantbrukaren slipper anlägga ett eget vattenmagasin. Genom att använda avloppsvattnet för bevattning minskar belastningen på vattendragen vilket innebär att metoden även är gynnsam för miljön (Tingström, 1986).

Lantbrukarna ser det som en nackdel att skyddszonerna är så stora att det innebär att ca 20 % av arealen inte kan bevattnas. Genom att sprida vattnet med ramp i stället för med storspridare skulle skyddsområdena kunna minskas (Nilsson, 1986). Ett projekt i Sölvesborgs kommun fick stoppas då länsveterinären hade erinringar från sanitär synpunkt och bönderna inte ansåg sig ha råd med den ändrade spridningsteknik som krävdes (Jordbruksverket, 1992).

Bevattning med avloppsvatten är inget som en lantbrukare kan åstadkomma på egen hand, utan fordrar samordning och långsiktig planering från kommunens sida. Avtal om samverkan måste träffas mellan kommunen och bevattnaren. Metoden passar också bäst på små orter med inget eller litet inslag av industriell verksamhet och kräver att kommunens avloppsrening anpassas till bevattning (Jordbruksverket, 1992).

Vattenmagasin

Lagring i vattenmagasin bygger på att det finns ett överskott av nederbörd och avrinning totalt sett under året. Vattenmagasin kan skapas på olika sätt. Sjöreglering innebär att vattenståndet i en sjö hålls uppe från högvattenperioden på våren fram till bevattningssäsongen. Magasin kan utföras antingen genom att en fördämning uppföres direkt i ett vattendrag eller som en grävd bassäng vid sidan om ett vattendrag som fylls vid högvatten (Persson, 1984). Här tas endast sidomagasin upp till behandling eftersom sjöreglering och dämning i vattendrag faller under vattenlagens bestämmelser om tillstånd för direktuttag från ytvatten.

Lagar

Om ett anlagt magasin går att helt avskilja från yt- och grundvatten och fylls med överskottsvatten behövs normalt ej tillstånd enligt vattenlagen för uttag av bevattningsvatten. Emellertid berörs andra lagar och myndigheter vid anläggning av magasinet. Anmälan om det planerade magasinsbygget görs till *länsstyrelsens* enheter för *kulturmiljö*, *miljövård* och *lantbruk*. Om åkermark tas i anspråk för vattenmagasinet gäller *skötsellagen*. Vid avyttring av åkerjord, dvs själva materialet som grävs upp, krävs *tåktillstånd*, vilket ges av *miljövårdsenheten*. Om materialet används på den egna gården behövs inget tillstånd. När magasinet läggs på annan mark än åkermark berörs *naturvårdslagen*, § 20, som föreskriver samråd mellan anläggaren och *miljövårdsenheten*. *Skogsvårdsstyrelsen* blir inblandad om bassängen anläggs på skogsmark. *Kommunen* bör också underrättas när man planerar ett magasinsbygge, men den kan inte föra talan emot anläggningen (B. Thuresson, pers. medd., 1995).

Teknik

För att överslagsmässigt dimensionera ett vattenmagasin kan man enligt Persson (1986) schablonmässigt anta att bruttovolymen bör vara 50 % större än det direkta vattenbehovet. Inräknat är då bevattningsbehovet under en torrsommar, läckage, avdunstningsförluster samt att magasinet inte kan tömmas fullständigt. Vid projekteringen bör man tänka på att avdunstningsförlusterna blir högre ju större ytan är i förhållande till volymen (Persson, 1986).

Vid bedömning av var magasinet ska placeras studeras platsens hydrologiska och topografiska förutsättningar, geologi och byggnadsteknisk lämplighet. Hänsyn behöver också tas till ägarförhållanden, markvärde och markanvändning för de områden som kan komma att tas i anspråk eller skadas. De vattenrättsliga förutsättningarna och inverkan på natur och landskapsbild måste likaså beaktas (Persson, 1986).

Kostnader

Kostnaderna för anläggning av vattenmagasin varierar naturligtvis med de lokala förutsättningarna. Jordbruksverket (1992) anger summan 200 000 kr för en bassäng som rymmer 30 000 m³, vilket gör ca 7 kr per lagrad m³. Inkluderat i beräkningen är kostnader för schaktning (15 kr/m³), tillopp och bräddavlopp, markvärde samt projektering och eventuell geologisk undersökning. För magasin som har anlagts i Kalmar län varierar kostnaderna per lagrad m³ vatten från 2 till 20 kr (B. Thuresson, pers. medd., 1995).

Kostnader för stamledningar och övriga ledningar beror på hur magasinet kan placeras i förhållande till arealen som ska bevattnas och gårdens arrondering. Vanligast är att det endast finns en möjlig anläggningplats för bassängen varför ledningskostnaderna är svåra att påverka. Samma resonemang gäller framdragning av elledningar. Årlig driftskostnad är dock betydligt högre vid dieseldrift än eldrift varför höga anläggningskostnader för el ändå kan accepteras. Driftsäkerheten blir också högre med el förutom att det är lättare att automatisera vilket innebär mindre arbete (Weinmann, 1989).

Ett sätt att kraftigt minska anläggningskostnaderna är att samverka om ett vattenmagasin. Weinmann (1989) beräknar att kostnaderna kan minska med mellan ca 20 till 30 % om två eller flera lantbrukare kan samsas om ett magasin. Förtjänsten av samverkan beror på vilka delar, ex. ledningar, el, bevattningsmaskin eller bara magasin, som kan användas gemensamt.

Förutsättningar för anläggande av vattenmagasin i Kalmar län

För närvarande finns i länet en lagringskapacitet i vattenmagasin på ungefär 1,5 milj. m³ (B. Thuresson, pers. medd., 1995). Med tanke på den stora mängd specialgrödor som odlas i länet är förutsättningarna goda för lönsamma investeringar i bevattningsanläggningar.

Nederbörden är extremt låg under sommarmånaderna medan ytavrinningen under vår och höst är hög. Särskilt på Öland är ytavrinningen stor emedan de tunna jordlagren inte har kapacitet att hålla kvar nederbördsvattnet. Den kraftiga ytavrinningen beror också på att berggrunden är tät och att spricksystemen är nästan konstant helt fyllda med vatten, vilket den höga grundvattenytan (0,5-1,5 m under markytan) antyder (Pousette, 1974). Dessa faktorer pekar på att möjligheterna att samla överskottsvatten i magasin är mycket goda.

II. INTERVJUUNDERSÖKNING

METODIK

Efter kontakter med lantbrukskonsulent Börje Thuresson på länsstyrelsen i Kalmar utvaldes 24 lantbrukare i länet vilka har anlagt vattenmagasin för bevattningsändamål. Den första förutsättningen för dessa magasin är att de under lågvattenperioder inte tillförs något yt- eller grundvatten. De ska vara slutna i så mening att de inte har någon påverkan på tillgången av ytvatten i sjöar eller vattendrag under de perioder när vattenföringen kan förväntas vara kritiskt låg. Av de utvalda magasinerna ligger 20 stycken på Öland och 6 stycken på fastlandet. På Torslunda försöksstation och i Skubbebo har 2 magasin anlagts.

Ett frågeformulär (bilaga) utarbetades i samråd med Thuresson och handledare på institutionen för markvetenskap. Intervjuernas utfördes under november månad -94. En del frågor tillkom under intervjuernas gång. Det största intresset blev fokuserat på tillgången på vatten före och efter magasinets tillkomst, tillrinning och förändringar i odlingsinriktning. Åsikter om tekniska problem och kostnader för bevattningsanläggningen redovisas också, liksom alternativa användningsområden för vattenmagasinet.

RESULTAT

De besökta vattenmagasinen representerar en sammanlagd lagringskapacitet på lågt räknat ca 1,0 milj. m³. Att så många finns på Öland torde avspeglar vad som förut nämnts om öns begränsade ytvattentillgångar och de många odlingarna med specialgrödor. Tabell 8 redovisar bl. a. vattenmagasinens belägenhet och kapacitet.

Tabell 8. Inventerade vattenmagasin för bevattning

Nr	Plats	Ägare	Magasinsvolym, m ³ (yta, ha)	Bevattnad areal, ha	Byggnadsår
1	Hagelstad	S. Göransson	65 000 (3,0)	30	1980
2	Klinta	J-E. Larsson (H. Johansson)	30-40 000	10	1984
3	Hagby	P. Wiström	45 000	80	1984
4	Nedra Sandby	S-O. Sandgren	3000 (0,25)	0,5	1979
5	Långlöt	J. Erics	10 000 (1,0)	19	1984
6	Möllstorp	H. Borrhed	50-60 000 (2,0)	45	1987
7	Kåtorp	N-E. Torstensson	40-50 000	50-55	1983
8	Torslunda	SLU, försöksstation	1. 3000 (0,49) 2. 6000 (1,0)		1. 1980 2. 1993
9	Skogsby	L. Hasselbom	35-40 000 (1,25)	55	1984
10	Lundtorp	M. Johansson	16 000	35	1993
11	Eriksöre	L-Å. Andersson	15 000	15	1992
12	Eriksöre	A. Nilsson	20 000 (1,0)	10	1992
13	Karlevi	C. Karlesand	30 000	16	1993
14	Karlevi	E. Pettersson	40 000	63	1985
15	Vickleby	L. Östersten	166 000	160	1988
16	Stora Frö	U. Stureson	23 000	60	1984
17	Mörbylånga	I. Sjögren	42 000 (4,0)	32	1991
18	Alvlösa	G. Olsson	90 000 (2,7)	75	1982, utökad 1993
19	Kristinelund	S. Nordborg	70 000	40-50	1989
20	Råsnäs	J-O. Henriksson	44 000	55	1980
21	Ryssbylund	F. Terling	170 000	150	1992
22	Gräsgårde	E. Karlsson	10 000	12	1982
23	Glasholm	P. Åkesson	8000	15	1994
24	Skubbebo	N. Hansson	1. 6000 2. 15 000	44	1. 1984 2. 1992

Tidigare bevattning

De olika strategierna för vattenanskaffning före vattenmagasinets byggande framgår av tabell 9. Några bevattnare har uppgivit mer än en typ av vattentäkt. Om man räknar de mindre vattenhålen som ytvatten är det ändå bara 4 av de 19 lantbrukarna på Öland som haft tillgång till ytvatten, medan 4 av 5 på fastlandet har vattnat och i vissa fall fortfarande vattnar med ytvatten. Av de gårdar som inte bevattnat alls före magasinets anläggande ligger 4 öster om landborgen. Den sista punkten "Magasinet alltid funnits" innebär att gården köpts eller arrenderas med befintligt vattenmagasin. På Torslunda försöksstation byggdes bassängerna i samband med att försöken startade eftersom man ansåg att det inte gick att driva intensiv försöksodling utan bevattning.

Tabell 9. Typ av vattentäkt innan vattenmagasin anlades

Vattentäkt	Antal bevattnare, Öland / Fastland
Ingen bevattning	7 / 0
Ytvatten (bäckar, kanaler)	1 / 4
Östersjövatten	3 / 0
Mindre vattenhål	3 / 0
Grävda mindre bassänger	2 / 0
Källa, Grundvatten	2 / 0
Köpte vatten av granne	3 / 0
Magasinet alltid funnits	2 / 1

Ytvattentillgångar i intervjuområdena

Den höga ytavrinning under vår och höst som har noterats i flera undersökningar (Pousette, 1972, 1974; Bjerketorp & Klingspor, 1978; K-Konsult, 1984) har även lantbrukarna lagt märke till. Gårdarna på fastlandet ligger i de områden som i K-Konsults utredning (K-Konsult, 1984) enligt figur 5 benämns 1, 2, 3 och 5. Den tillgängliga årsvattenmängden överstiger här med stor marginal bevattningsbehovet även om all jordbruksmark skulle bevattnas.

Av de områden som inventerats av Bjerketorp och Klingspor (1978) avseende vattenföring (tabell 2) berörs i föreliggande undersökning områdena nr 2, *Applerydsbäcken* och nr 3, *Lindbäcken* (Skubbebo), nr 7, *Glasholmsån* (Glasholm), nr 9, *Hagbyån* (Gräsgärde), nr 14, *Snärjebäcken* och nr 15, *Norrebäcken* (Ryssbylund) samt nr 17, *Koverhultebäcken* (Råsnäs). I de områden där bevattningsuttag gjordes 1976 var uttagen ej märkbara vid vattenföringsmätningarna endast från Hagbyåområdet och Snärjebäcksområdet. Från Glasholmsåområdet var uttagen såväl under torra julimånader som under torra augustimånader av märkbar omfattning, på grund av de låga vattenföringarna. Lindbäcksområdet har så liten medelvattenföring i förhållande till medeluttagen för bevattning att dessa är kraftigt märkbara i juli och augusti, nästan oavsett vilka regnmängder som fallit (Bjerketorp & Klingspor, 1978).

Enligt Bjerketorp och Klingspor (1978) bedömdes möjligheterna till ytvattentäkt från de områden som 1976 saknade bevattningsanläggningar i Applerydsbäcksområdet som små under torra första hälften av juni månad och under våta andra hälften av samma månad. Under

torra andra hälften av juni, samt under juli och augusti var uttagsmöjligheterna obefintliga oberoende av nederbördens storlek. Från Norrbäcksområdet är möjligheterna till uttag små under torra andra hälften av juni, obefintliga under torra och relativt små under våta juli- och augustimånader. Koverhultebäcksområdet har små uttagsmöjligheter under torra augustimånader.

På Öland ligger de gårdar, vars ägare intervjuats, inom områdena 8, 10 och 12 (figur 5). För område 8 underskrider även den årliga ytvattentillgången vid torrår bevattningsbehovet med ca 2 milj. m³ vid hundra procentig bevattning. I område 10 och 12 bedöms den årliga avrinningen som tillräcklig för bevattningsbehovet. Lantbrukarnas egen bedömning av avrinningen i relation till hur de anlagda vattenmagasinen fylls under höst- och vårflood framgår av tabell 10. Den vanligaste åsikten är att tillrinningen är stor nog att fylla betydligt större magasin, men endast några anser sig ha behov av det.

Tabell 10. Lantbrukarnas bedömning av tillrinningen till vattenmagasinet

Bedömd vattenmängd	Antal bevattnare Öland/Fastland
Tillräcklig	16./4
Ej tillräcklig	5./0
Vet ej	0./1

Av vattenmagasinen ligger 14 stycken inom område 8. Endast 3 av ägarna till dessa magasin anser dock att tillrinningen är otillräcklig och då bara vissa år. För att vattnet ska räcka på Vickleby gård, som är den näst största i undersökningen (160 ha bevattnas), måste magasinet vara helt fullt och det blir det inte varje år. I Skogsby ligger vattenmagasinet för högt upp på landborgskanten för att tillflödet ska vara nog för att fylla bassängen, vilken inte alltid är full vid säsongsstart. Ett visst tillflöde sker emellertid även under sommaren. Tillrinningsområdet beräknas vara högst 10 hektar. Magasinet i Hagelstad är så väl tilltaget att vattnet räcker även om bassängen inte fylls helt. Ingen av bevattarna på fastlandssidan har ännu upplevt att tillrinningen skulle vara otillräcklig, men magasinet i Glasholm är så nytt (1994) att kunskaper om tillrinningsförhållandena saknas.

Bevattningsbehov

I tabell 11 görs ett försök att sammanställa lantbrukarnas synpunkter angående vattentillgången i relation till några faktorer som påverkar bevattningsbehovet. Några som säger att det magasinerade vattnet skulle räcka till för grödornas vattenbehov, anser samtidigt att tiden inte räcker till för att bevattna så mycket som de vill, särskilt under torrsomrar. Där maskinkapaciteten är den begränsande faktorn, finns i ett par fall en önskan att bevattna mer. I så fall skulle magasinets lagringkapacitet bli otillräcklig. Ett par av dem som anser bassängens kapacitet otillräcklig har planer på att bygga ut. Två av de senast anlagda magasinerna har inte hunnit användas så mycket än att ägarna vet om dimensionen är lagom. Av bevattarna på fastlandssidan har 3 stycken tillgång till bevattningsvatten även från vattendrag. I Gräsgårde anser dock lantbrukaren att han hellre vattnar från sitt eget magasin än tar vatten från Hagbyån.

Tabell 11. De inventerade objekts vattenvolym per bevattnad areal, bevattnade grödor etc.

Nr	Magasinsvolym per bevattnad areal, m ³ /ha	Bevattnings- giva per gång, mm	Jordar	Bevattnade grödor	Brukarens åsikt om vattentillgång
1	2100	25, 15-20	Sand, "örjord"	Vall, potatis, lök, morötter, spannmål	Vattnet räcker gott
2	3000-4000	30-40	Morän, mkt sten, mo, mjäla	Sockerbetor	Vattnet räcker till 10 ha
3	560-750	30-35, 25-30	Lerig mo, lite sandjordar	Bönor, sockerbetor	Vattnet räcker inte
4	6000	20-25	Morän, "syrsand"	Jordgubbsplantor	Vattnet räcker gott
5	520	30	Morän, mo/sand, lerblandad mo	Bönor, sockerbetor	Vattnet räcker inte, stor avdunstning
6	1100-1300	25-30	Morän med lerinslag	Gurka, potatis, lök, sockerbetor	Vattnet räcker gott
7	700-1000	15-25	Mullfattig morän, pH 7,0	Vall, bönor, gurka, spannmål	Vattnet räcker ej torrår
9 ⁽¹⁾	630-720	25-30	Morän, sand, mo	Lök, gurka, bönor, sockerbetor, ärtor, höstraps, spannmål	Pumpkapaciteten är begränsande faktor vid bevattningen
10	450	20	Sand, lättlera, mo	Gurka, jordgubbar, spannmål	Vet ej än om vattnet räcker
11	1000	15-25	Lerig sand, mjäla	Gurka, lök, potatis	Vattnet räcker
12	2000	15-25	Mjäla, mo, ler	Gurka, jordgubbar, lök	Vattnet räcker
13	1800	15-35	Allt från lera till sand	Gurka, lök, jordgubbar	Vattnet räcker
14	630	20, 35-40	Lättlera, mull, sandblandat	Sockerbetor, ärtor potatis, spannmål	Vattnet räcker gott
15	1000	25-35	mmh moränmo, mf sandig moränmo, mr sandig mo	Sockerbetor, ärtor, höstsådda grödor	Dammen måste vara full, tiden begränsar bevattningen
16	380	15-20, 30	Mo till lättlera	Gurka, lök, bönor, potatis, jordgubbar sockerbetor, ärtor	Maskinkapacitet begränsande faktor
17	1300	30	Grusjord på lerbotten	Ärtor, sockerbetor, bönor, spannmål	Vattnet räcker ej
18	1200	20-25	Moränsand, -mo, -lätt mellanlera	Potatis, bönor, lök, jordgubbar	Pump- och maskin- kapacitet begränsar
19	1400-1700	25-30	Lättare morän, lättlera, sand	Lök, bönor, stärkelsepotatis	Maskinkapaciteten begränsande faktor
20	800	30-35	Huvudsakligen sand	Vall, spannmål om vattnet räcker	Vattnet räcker ej torrår
21	1100	30-35	Lätta, morän, stenigt	Vall, majs	Vattnet räcker, tiden begränsar
22	830	30-50	Mjäla, 50% ler, 50% mmh morän	Vall, gurka, jordgubbar	Vattnet räcker inte, dammen för liten
23	530	15-20	Sandig morän, lättlera	Gurka, jordgubbar	Vet ej än om vattnet räcker
24	700	30-50	Moränmo	Vall, majs	Vattnet räcker

¹⁾ Nr 8, Torslunda försöksstation, saknas i tabellen på grund av att vattenmagasinen där är så väl tilltagna i förhållande till odlingsarealen att det inte ansetts intressant att beräkna den lagrade vattenvolymen per hektar.

Intressant att studera är hur lantbrukarna bedömer tillgången på vatten. Som exempel kan tas nr 17, i Mörbylånga och nr 14, i Karlevi. Trots att magasinet i Mörbylånga kan lagra 1300 m³/ha anser inte ägaren att vattnet räcker för hans behov, medan magasinet i Karlevi bedöms vara tillräckligt stort fast det endast ger 630 m³/ha. Grödorna som odlas är i stort sett samma, jorden i Mörbylånga uppges vara grusjord på lerbotten, medan gården i Karlevi uppvisar både lättlera, mull och sandblandad jord.

Den förklaring som kan ges till de olika bedömningarna av vattentillgången i det här fallet är att magasinet i Mörbylånga är ytmässigt stort (4 ha) vilket kan innebära en avdunstning under sommarmånaderna på uppemot 20 000 m³, dvs nära halva magasinets volymen. (Avdunstning april-augusti ca 500 mm från fria vattenytor (Persson, 1984).) Med denna minskning av volymen blir bådas tillgängliga vattenmängd per hektar ungefär lika stor, 680 resp. 630 m³. Här kan då jordarnas olika vattenhållande förmåga spela in vid uppskattningen av tillgången. Man kan också eventuellt tänka sig att olika bevattningsteknik har betydelse för hur mycket vatten som går åt.

Jordar

Från tabell 11 kan även lantbrukarnas bedömning av jordarten på den egna gården utläsas. Jordmånen vid Torslunda försöksstation, som inte är med i tabellen, har uppgivits som måttligt mullhaltig, sandig lättlera och mullfattig sand. I övrigt finns noggrann angivelse endast från Vickleby gård, nr 15. I överensstämmelse med de undersökningar som gjorts i länet (Wiklert m.fl., 1983; Persson & Wesström, 1991) uppger de flesta lantbrukarna någon typ av moränjord. På västra sidan om landborgen på Öland växlar jordarterna längs slutningen. Sand och lera alternerar inom samma åker och gör det svårt att bedöma bevattningsbehovet. Många karakteriserar dock jordarna i allmänhet som torra och lätta och anser att bevattning är en förutsättning för lyckad odling. Enligt Johansson och Linnérs (1977) bedömning av lämpliga bevattningsgivor (tabell 3) bör dessa jordar alltså vattnas relativt ofta och med små givor. Av tabell 11 kan utläsas att bevattningsgivorna ligger mellan 15 och 50 mm per gång, en variation som inte bara speglar jordarnas olika vattenhållande förmåga utan även är beroende av vilka grödor som odlas.

Ett par speciella, lokala jordtyper har också angivits, *örjord* och *syrsand*. *Örjorden* finns på mittlandet på Öland och uppges vara en blandning av mo, lera och morän. Jorden är stenbunden och saknar helt inslag av sand. Den är lättdränerad och håller värme bra. *Syrsanden* är en slags sjösand som har mycket god vattenhållande kapacitet.

Odling

De grödor som bevattnas är på Öland i första hand en mängd olika trädgårdsväxter, såsom gurka, lök och jordgubbar, medan man på fastlandssidan av länet främst vattnar vall. Som nämnts ovan är bevattningsgivor och -frekvens beroende av vilka grödor man odlar. Normalt behöver specialgrödor bevattnas ungefär 2-3 gånger per säsong, men sommaren -94, som var extremt torr, uppger flera lantbrukare att de vattnade bl. a. gurka och jordgubbar så ofta som 1 till 2 gånger per vecka. Lantbrukarnas erfarenhet är att både gurka och lök bör vattnas ofta och lite, mellan 15 till 25 mm per gång, medan bönor och potatis kan ges något högre givor, 20-30 mm per gång. Betor kan ges upp till 40 mm i senare stadier. Givorna till vallen ligger normalt mellan 30 och 50 mm. Tabell 12 visar de grödor som odlades på de undersökta gårdarna före och efter vattenmagasinets anläggande.

Tabell 12. Grödor som odlades före och efter anläggning av vattenmagasin

Gröda	Antal lantbrukare som odlade grödan före magasinsbygge	Antal lantbrukare som odlade grödan efter magasinsbygge
Gurka	9	10
Lök	7	9
Sockerbetor	13	9
Bruna bönor	7	8
Jordgubbar	7	8
Potatis	5	7
Spannmål	5	7
Vall	6	6
Ärtor	4	5
Höstraps	1	2
Majs	1	2
Morötter	1	1
Pumpa	0	1
Knippgrönsaker (lök, dill, morötter, rödbetor)	0	1
Vitkål	1	0

Man kan från tabell 12 inte utläsa några större skillnader i grödval före och efter magasinsanläggning. Den enda tydliga skillnad som kan ses är att antalet lantbrukare som odlar sockerbetor har minskat. Denna minskning har förmodligen samband med nedläggningen av sockerbruket i Mörbylånga, vilket för hela länet inneburit en halvering av sockerbetsodlingen. Tillgången på bevattningsvatten kan möjligtvis ha medverkat till neddragningen av betodlingen på så sätt att lantbrukaren fått möjlighet att öka odlingen av andra bevattningskrävande grödor. Flera odlare säger också att de ökat bl. a. bön- och vallodlingen på bekostnad av betorna.

Som en följd av den ökade och säkrare tillgången på bevattningsvatten har den totalt odlade arealen i några fall ökat, samt i ett fall minskat. Lantbrukaren i Alvlösa anser att han utan vattenmagasin endast kunnat bruka ca 90 hektar mot nuvarande 150 hektar, av vilka 130 hektar kan bevattnas. Arealen i Lundtorp har utökats med ca 30 % sedan magasinet byggdes och även i Kåtorp har mark inköpts efter magasinets färdigställande. Trots att vallarealen i Kåtorp har ökat totalt har den i förhållande till antalet djur minskat på grund av säkrare skördar. Lantbrukaren i Skubbebo arrenderade tidigare ca 140 hektar, men anser nu att skördarna höjts så mycket med bevattningen att han klarar sig med sina egna 50 hektar.

Arealförhållandena mellan grödorna har likaså förändrats. Bönor, lök och gurka är de växtslag som ökat mest. I Hagby har bönodlingen ökat från ca 12 till 35 hektar, sockerbetorna har minskat något. Samma förhållande gäller i Långlöt, där bönarealen fördubblats. Lantbrukaren i Kåtorp har lagt till gurka samt ökat bönodlingen. Flera lantbrukare hävdar att odling av lök vore en omöjlighet utan bevattning. Över huvud taget anser de, som tidigare odlat ungefär samma grödor utan tillräcklig bevattning, att resultatet markant förbättrats efter magasinsbygget.

Lagar och myndighetskontakter

Eftersom de här inventerade vattenmagasinen samtliga är möjliga att avskilja från yt- och grundvatten, berörs de inte av vattenlagens (Strömberg, 1984) bestämmelser om tillstånd för uttag i bevattningssyfte. Som tidigare nämnts blir emellertid en hel del lagar och myndigheter inblandade vid projekteringen av magasinen.

För de här dokumenterade magasinen har projekteringen, i samtliga fall utom 3, utförts av personal från länsstyrelsen i Kalmar. Från det att lantbrukaren har bestämt sig för att bygga ett vattenmagasin tills dess att magasinet står klart kan det gå mellan 2 månader och 2 år, mycket beroende på hur många instanser som ska yttra sig om bygget. Kulturmiljöenheten har upp till 8 månader - 1 år på sig att avge svar på ansökan. Att det hela är färdigt så fort som på 2 månader hör naturligtvis till undantagsfallen, men ärenden kan påskyndas förutsatt att inga känsliga miljöer berörs.

En fråga i intervjuundersökningen hade till syfte att försöka utröna huruvida lantbrukarna har upplevt myndighetskontakterna i samband med bassänganläggningen som besvärande. För 11 lantbrukare har länsstyrelsen förutom att de utfört projekteringen även stått för alla myndighetskontakter så att lantbrukarna enligt intervjuundersökningen uppfattat magasinsanläggningens administrativa sida som helt problemfri. Av de övriga odlarna har 3 haft egna kontakter med naturvårdsenheten på länsstyrelsen. I Stora Frö hade kontakten inte med själva magasinet att göra utan lantbrukaren ville gräva ett dike fram till bassängen och det skulle gå genom ett naturskyddat område. Vattenmagasinet i Skogsby ligger intill ett naturreservat, varför naturvårdsenheten var intresserad av själva utformningen. Kulturmiljöenheten har också 3 lantbrukare varit i kontakt med. I ett fall gällde det bevarande av värdefulla kärrväxter, vilket gjorde att magasinet inte kunde vallas in helt. I ett annat fall rörde det sig om fornlämningar, vilka antogs kunna finnas på den mark där magasinet skulle anläggas. Lantbrukaren hade i detta fall även kontakt med Kalmar museum, men till slut fick bassängen utföras som planerat.

Andra myndigheter som lantbrukarna varit i förbindelse med är kommunen, skogsvårdsstyrelsen och Mörbylånga miljökontor. Den allmänna uppfattningen bland lantbrukarna är att de inblandade myndigheterna i stort sett är positiva till anläggningen av vattenmagasinen. Enligt Thuresson (pers. medd., 1995) har inte magasinsanläggningarna med projektering och diverse ansökningar inneburit större arbetsbelastning för personalen på länsstyrelsen än vad till exempel en tillståndsansökan för ytvattentäkt skulle innebära.

Teknik

Den lämpligaste tidpunkten för anläggande av vattenmagasin är på hösten. Projekteringen tar ca 1 månad och byggnadstiden beror i första hand på magasinens storlek och markförhållanden, från 14 dagar till 3 månader är normalt. På Öland är flera magasin schaktade i stället för grävda. Schaktförfarandet påstås ge tätare vallar och erfarenheterna har hittills varit goda. Magasinskapaciteten anses ju som tidigare nämnts i de flesta fall tillräcklig, men ett par lantbrukare har på grund av markförhållandena förhindrats att anlägga så stor bassäng de velat. Vid det lämpligaste läget för magasinet i Lundtorp, visade sig grunden i vissa delar av det planerade magasinområdet innehålla för mycket sand, vilket innebar att magasinsvolymen fick minskas ner. Magasinet i Långlöt som endast är ca 1 m djupt, ligger på berggrund, varför

det inte kan fördjupas. Eftersom avdunstningen är stor är det mindre lämpligt att utvidga åt sidorna.

De första åren efter vattenmagasinets anläggning kan man räkna med ett visst läckage som bör upphöra när vallarna satt sig. Mer än hälften (16 st) av lantbrukarna har eller har haft besvär med läckage från vattenmagasinet. Av dessa magasin är ett par så nya att man ännu inte kan säga om läckaget är tillfälligt. Vid 3 magasin var läckaget så stort att de måste grävas om. I Alvlösa flyttades hela dammkärnan så att magasinet blev betydligt större. Efter ombyggnaden har det inte varit några problem med läckage. Vid några anläggningar har entreprenören missat att gräva av gamla stendiken. Flera som nämner läckage anser samtidigt att det inte utgör något större bekymmer, eftersom det håller sig inom samma nivå år från år. I vissa fall pumpas även vattnet tillbaka.

I vissa magasin är vallarna utsatta för vågerosion, på grund av att bassängen har en stor öppen yta och ligger oskyddad vid havet eller på slätten. Man skyddar vallarna genom att stensko insidan. Det är också vanligt att öar konstrueras i magasinet, vilket verksamt minskar våghöjden. Öarna är annars ett sätt att göra sig av med schaktmassor, som dessutom ökar magasinets naturvårdsvärde.

De flesta magasin (14 st) måste fyllas med hjälp av pump. Genom självfall fylls 8 stycken helt och hållet medan 4 stycken delvis fylls med självfall, delvis med pump. I Klinta har arrendatorn haft besvär med en dåligt fungerande nivåvakt, vilket inneburit att magasinet inte fyllts till full kapacitet vissa år. Uttag av vatten sker i de flesta fall (17 st) med hjälp av el-pump. För 3 lantbrukare har automatiken inte alltid fungerat som den ska. Eldrift är ändå att föredra, anser även flera av dem som använder diesel, därför att det ger en säkrare bevattning med mindre passning.

Tabell 13 visar några av de problem som lantbrukarna uppgivit. De olägenheter som härrör sig till den tekniska utrustningen, t. ex. pumpar och automatiksystem, är ju sådana som kan uppkomma i alla bevattningssystem och har inte direkt med vattenmagasinet att göra. Själva magasinet kan därför sägas vara relativt underhållsfritt, vilket också många påpekar.

Tabell 13. Tekniska olägenheter med vattenmagasinet

Tekniska olägenheter	Antal lantbrukare som nämner olägenheten
Läckage från magasin	16
Omgrävning p.g.a. läckage	3
Vågerosion	4
Bekymmer med automatik	4
Utbyte av pumpar	3
Läckage i rörsystem	1

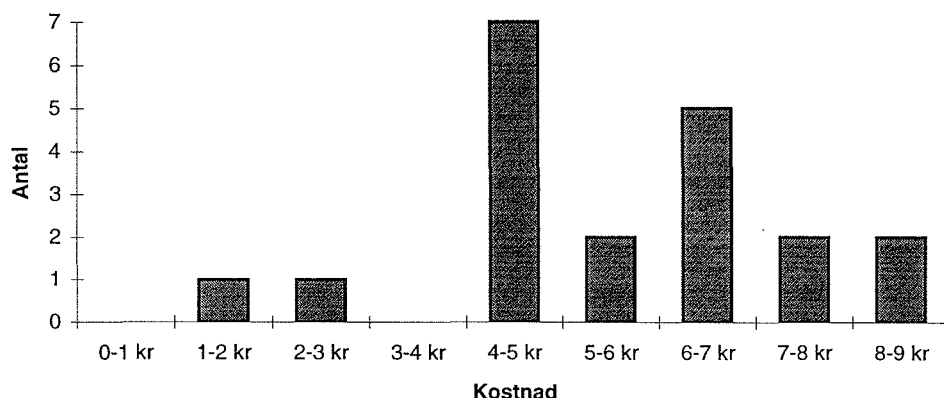
Kostnader

Vattenmagasinen i undersökningen är byggda mellan åren 1979 och 1994, varför de kostnadsuppgifter som lantbrukarna givit har räknats om till 1995 års priser med hjälp av konsumentprisindex. Priser per lagrad kubikmeter vatten har beräknats enbart utifrån angivna kostnader

för färdigställande av själva magasinet. Med undantag av kostnaderna för ledningsdragning är övriga bevattningskostnader inte direkt beroende av hur vattenanskaffningen är ordnad, varför kostnader för pumpar, bevattningsmaskiner, elinstallation och ledningsdragning inte ingår i beräkningarna. Längden på och därmed kostnaderna för, de vattenledningar som behöver dras från magasinet till de fält som ska bevattnas är helt beroende av magasinets läge och gårdens arrondering. Dessa faktorer är, som tidigare nämnts, svåra att påverka då det oftast bara finns en möjlig placering av vattenmagasinet. Priset för vattenledningar och nedgrävning av dem uppgår i dagsläget till ca 100 kr/m.

Kostnadsvariationerna per lagrad kubikmeter vatten är relativt små. Figur 11 visar att typvärdet ligger mellan 4 och 5 kronor. Det lägsta värdet, som är 1,64 kr/m³, gäller för magasinet i Ryssbylund. Terrängförhållandena var här ovanligt väl lämpade och i förhållande till magasinets storlek, 170 000 m³, behövde mycket lite grävning utföras. Det per kubikmeter vatten dyraste magasinet ligger vid havet i Långlöt. Magasinslägets svåråtkomlighet kan ha bidragit till de höga kostnaderna.

Ett genomsnittligt pris för bevattning är 1,30 kr/m³ vatten (Thuresson, pers. medd., 1995). En av lantbrukarna i Karlevi uppger betydligt högre kostnader, 2,72 kr/m³ vid eldrift och 2,10 kr/m³ vid dieseldrift. Han räknar dock med att eldriften ska bli billigare i längden eftersom installationskostnaden utgör den största posten vid eldrift. Dieselpriiset har också nyligen höjts och kan förmodas stiga mer än elpriset.



Figur 11. Kostnad per lagrad kubikmeter vatten för de inventerade vattenmagasinen.

Vattenmagasinens övriga användningsmöjligheter

När man redovisar kostnader för vattenmagasin är det lämpligt att även ta upp alternativ-användning av magasinerna eftersom annat nyttjande kan bidra till att göra investeringen lönsam. I tabell 14 redovisas användningsområden och positiva förändringar som lantbrukarna har erfärut efter anläggandet av magasinet.

Tabell 14. Andra användningsområden för vattenmagasinen

Användning/Positiv förändring	Antal brukare som omnämner
Kräftodling	16
Ökat fågelliv	11
Förskönar landskapet	7
Ökat djurliv	6
Badmöjligheter	6
Skridskoåkning	4
Fiskodling	3
Utflyktsmål	2
Dricksvatten till djuren	2
Jakt	1
Täktinkomster	1
Mindre näringsläckage till Östersjön	1

Kräft- och fiskodling är det bruk som mest konkret ger ett inkomstillskott. Lantbrukaren i Skogsby hävdar att kräftodlingen snart har betalt magasinets anläggningskostnader, medan andra endast driver odlingen som en hobby. Ökat djur- och fågelliv runt vattnet kan också ge ett tillskott till hushållet genom jakt, men ses framför allt som ett bidrag till naturvården. I Kristinelund gav magasinet upphov till en mindre betongindustri genom att schaktmassorna till största delen bestod av grus.

Samtliga lantbrukare utom en anser att investeringen i vattenmagasinet har visat sig vara lönsam. Man påpekar framför allt den långsiktiga nyttan och den långa avskrivningstiden i förhållande till andra investeringar, t.ex. inköp av traktor. Underhållskostnaderna för själva magasinet bedöms också som minimala eller helt obefintliga.

Negativa aspekter

Den negativa sidan med vattenmagasinet har främst att göra med själva bevattningen. Många lantbrukare nämner att bevattning är arbetsintensivt. All bevattning, oavsett om man har ett magasin eller inte, kräver givetvis en stor arbetsinsats. Skillnaden med vattenmagasinet blir då att man har tillgång till vatten hela odlingssäsongen och därför har möjlighet att alltid bevattna vid behov. Detta är ju samtidigt den stora fördelen, men kan naturligtvis upplevas pressande, lantbrukaren tycker att han aldrig är ledig. Tillgången på bevattningsvatten befriar emellertid från oro för skördebortfall på grund av torka och detta uppväger väl obehaget av den extra arbetsinsatsen. De negativa synpunkter som lantbrukarna nämnt framgår av tabell 15.

De lantbrukare som för olycksrisken på tal har småbarn på gården och vattenmagasin som ligger nära bostadshuset, varför deras oro är förståelig. Av övriga problem kan man se igenväxningen som det allvarligaste. Vattnet som tillförs bassängerna är ofta dräneringsvatten och vattenmagasinen fungerar i viss mån som våtmarker och förhindrar näringsläckage till Östersjön, vilket är bra från miljösynpunkt men bidrar till igenväxningen. Tydligt är dock att lantbrukarna själva inte ser det som någon större olägenhet eftersom bara 2 av dem nämner det.

Tabell 15. Negativa synpunkter på vattenmagasinet

Negativ synpunkt	Antal brukare som omnämner
Mycket arbete med bevattning	10
Olycksrisk med öppet vatten	3
Ökad förekomst av mygg	2
Mink och häger äter kräftor och fisk	3
Problem med igenväxning	2
Upptar åkermark	1
Dyrt med el	1

Konflikter

Några lantbrukare, 7 stycken, har före magasinbygget upplevt konflikter med grannar om uttag av bevattningsvatten. En hade själv mycket dålig tillgång på vatten när grannen uppströms gjorde stora uttag. I och med anläggandet av magasinet försvann de flesta av dessa konflikter. De som finns kvar rör uttag av annat ytvatten, utan anslutning till vattenmagasinet. I samband med projektering och byggande av vattenmagasinet har 3 bevattnare fått klagomål från grannar. Av dessa berodde 2 på missförstånd om vad för vatten som skulle samlas upp. Grannarna var oroliga för att grundvatten skulle tas och därmed minska tillgången i deras brunnar. I det tredje fallet berodde klagomålen på att de omkringboende upplevde anläggningen av magasinet som en förföljning av landskapet. Efter färdigställande har dock de flesta ändrat åsikt.

Flertalet av lantbrukarna med vattenmagasin har alltså inte erfarit några konflikter om vattenuttag vare sig före eller efter magasinbygge. Vid förfrågan på lantbruksenheten vid länsstyrelsen i Kalmar uppgavs att de inte heller fått in några klagomål som rör vattenmagasinen.

DISKUSSION

Lantbruksrådgivningen inriktade sig tidigare främst på när, var och hur man bör bevattna. I takt med att bevattningen i jordbruket ökat och kunskaperna om bevattning hos lantbrukarna förbättrats har rådgivningen mer inriktat sig på hur man lämpligen anskaffar bevattningsvatten. Denna inriktning beror naturligtvis också på att konflikterna om vattenuttag ökat.

Skapandet av vattenmagasin för bevattning ligger väl i linje med rådgivningens intentioner. Lantbrukarnas låga motivation för att söka tillstånd för uttag av ytvatten innebär att allt för många uttag sker okontrollerat. Magasinsanläggningen är ett sätt att både öka tillgången på bevattningsvatten och samtidigt slippa ifrån tillståndsförfarandet som av många lantbrukare anses som krångligt, dyrt och osäkert när det gäller att faktiskt få tillgång till vatten. Av intervjuundersökningen framgår klart att få bevattnare har sett magasinanläggandet som något som vållat byråkratiska svårigheter. Även på Öland där många känsliga naturmiljöer finns, har kontakterna med miljövårds- och kulturmiljöenheterna kunnat skötas smidigt. Att så kunnat ske beror mycket på den utredning som K-Konsult genomförde 1984, där en genomgång av hela länets miljö- och kulturmiljö gjordes. Vid anläggandet av vattenmagasinen har man med hjälp av denna inventering lätt kunnat se om några ömtåliga miljöer berörs.

I förhållande till andra vattenuttag har bevattningen från anlagda magasin även miljömässiga fördelar. Vatten undandras från vattendragen i princip endast under vinterhalvåret. Lågvattenföringar under sommarmånaderna som kunde innebära skador för naturmiljön och bl.a. fiskförekomsten, uppkommer eller förvärras i vart fall inte genom bevattningsuttagen. En stor del av det magasinerade vattnet är dessutom sådant som dräneras från åkermark och därmed innehåller utlakade näringsämnen. I stället för att gå direkt ut i Östersjön och bidra till eutrofieringen, cirkuleras näringsämnena med vattnet genom magasinet åter till åkermarken. Därmed kan man säga att vattenmagasinen i viss mån fungerar som våtmarker.

Till övriga positiva naturvårdseffekter kan räknas ökningen av fågel- och djurliv. Många arter som försvunnit från åkerlandskapet i och med igenläggningen av öppna diken och dräneringen av ytvattensamlingar får möjlighet att återkomma när nya öppna vattenytor skapas. De vattenområden som magasinerna bildar uppfattas också av oss människor som en tillgång i landskapsbilden. Vattenmagasinen i Skogsby och Kåtorp är båda omtänkta utflyktsmål för bofasta och turister.

I ett område som Kalmar län med låg nederbörd, dåliga ytvattentillgångar och stora odlingar med vattenkrävande specialgrödor är det lätt att förstå att magasinsanläggning är en attraktiv lösning på bevattningsbekymren. Resultaten från intervjuundersökningen är också övervägande positiva. Lantbrukarna har flera gånger framhållit hur de nu slipper oro sig när regnet aldrig kommer. Det är i någon mån anmärkningsvärt att ingen samverkan vid magasinsanläggning förekommit. Flertalet magasin är relativt små och räcker bara för det egna behovet. På Öland kan arronderingen av gårdarna vara en hindrande faktor för samverkan, fälten ligger ofta mycket utspritt. Likaså kan markförhållandena göra det svårt att bygga magasin som är stora nog att användas för mer än en gård.

Tack vare den stora odlingen av specialgrödor blir magasinsanläggningen lönsam även utan samverkan. Eftersom dessa grödor traditionellt har odlats mycket i länet får man se anläggandet av vattenmagasinet snarare som ett sätt att försäkra sig om jämnare skördar än som en önskan att förändra odlingsinriktningen. Kontraktsodling för något konserverföretag är ett sätt att tillägna sig en säkrare inkomst, men för att komma ifråga för ett kontrakt fordrar företagen att odlaren har bevattningsmöjligheter, vilket alltså utgör ytterligare ett incitament till att anlägga ett magasin. Med hänsyn till ovanstående faktorer samt även med tanke på bedömningen av tillrinningen till de befintliga magasinerna bör det alltså i länet finnas utrymme för ytterligare magasinsanläggningar.

Kan man bedöma förutsättningarna för anläggande av vattenmagasin i andra delar av landet som lika gynnsamma? Längs hela södra Sveriges östkust är nederbörden låg, liksom avrinningen under sommarmånaderna. Flera län i södra Sverige, t.ex. Gotland, Blekinge och Kristianstad har klimat- och vattenbetingelser liknande dem i Kalmar län. I de områden av landet där produktionen av specialgrödor är låg, kan samverkan om magasinsanläggning vara den faktor som motiverar investeringen. Lokala förutsättningar för andra vattenuttag från yt- och grundvatten måste naturligtvis tas med vid bedömningen. De miljömässiga fördelar som erhålls vid anläggande av vattenmagasin bör även de vägas in vid beslut om vilken typ av vattenanskaffning för bevattning som kan vara mest lämplig.

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete består av två delar, en litteraturöversikt och en intervjuundersökning med lantbrukare i Kalmar län.

Litteraturöversikten behandlar först kortfattat översiktliga faktorer som nederbörd, avdunstning, avrinning och grundvattenbildning. Därefter görs en genomgång av vattentillgångar i Kalmar län. Grundvattenförekomsten i berggrund är på Öland helt begränsad till sprickor i densamma. Tack vare en omfattande sprickbildning, framför allt i kalkstenen bedöms tillgången vara relativt god. På fastlandssidan i länet finns goda möjligheter för uttag av grundvatten från urberget endast i några få områden. I den kambriska sandstenen längs kusten är uttagsmöjligheterna bättre liksom i isälvsavlagringar av sand och grus, vilka sträcker sig som smala stråk från inlandet mot kusten.

Ytvattentillgångarna är både på Öland och på fastlandet mycket begränsade. Inga stora sjöområden finns och vattendragen är förhållandevis små och på Öland är de sällan vattenförande hela året. Vattenföringsmätningar på fastlandet har visat att vårflodens storlek har mycket liten betydelse för vattentillgången under bevattningssäsongen, just på grund av att sjömagasin saknas. Den *årliga* ytvattenavrinningen är dock stor nog att täcka behovet av bevattningsvatten i jordbruket.

Bevattningsbehov för olika jordar och grödor tas därefter upp. Några bevattningsförsök i diverse grödor redovisas. En kort redogörelse för bevattningens omfattning i Sverige och i Kalmar län lämnas. Bevattningsanläggningarnas kapacitet per vattentäkt samt den bevattnade arealen per gröda i Kalmar län visas i tabeller. Orsaker till ökning av bevattningens omfattning är utveckling av enklare bevattningsmaskiner samt infallande av flera torrår i följd. Senare års minskning av nyanläggning av bevattningssystem beror bl.a. på sjunkande produktpriser.

Trots en minskad benägenhet att investera i bevattningsanläggningar finns fortfarande ett stort behov av att öka jordbruksbevattningen under sommarmånaderna. De olika sätt att förbättra vattentillgången som tas upp är uttag från grundvatten genom brunnsbörning, direktuttag i vattendrag och sjöar, uttag av saltvatten, bevattning med avloppsvatten samt anläggande av vattenmagasin.

Brunnskapaciteterna är i allmänhet för låga för bevattningens behov men genom att anlägga ansamlingsmagasin kan relativt små flöden magasineras för att utnyttjas i större bevattningsanläggningar. För uttag av grundvatten och vid direktuttag i vattendrag och sjöar krävs tillstånd enligt vattenlagen. Kostnaderna för uttag från grundvatten är ofta högre än vid direktuttag i vattendrag. Många uttag från vattendrag och sjöar sker olagligt utan tillstånd. De troliga orsakerna till detta redovisas. Från Hagbyån och Emån redogörs för hur samverkan vid direktuttag kan minska kostnaderna och säkerställa vattentillgången för samtliga intressenter.

Lagring i vattenmagasin bygger på att det finns ett överskott av nederbörd och avrinning totalt sett under året. Normalt behövs ej tillstånd enligt vattenlagen vid uttag av bevattningsvatten från anlagt sidomagasin. Länsstyrelsens enheter för kulturmiljö, miljövård och lantbruk ger tillstånd för anläggande. Teknik och kostnader vid anläggning berörs kortfattat.

Intervjuundersökningen omfattade 24 lantbrukare i Kalmar län, varav 19 på Öland och 5 på fastlandet. De 26 inventerade vattenmagasinen representerar en sammanlagd lagringskapacitet

på ca 1,0 milj. m³. Före magasinsanläggandet bedrev 7 lantbrukare odling helt utan bevattning, medan 8 hade tillgång till ytvatten för bevattning. Ytvattentillgångarna i intervjuområdena uppskattas utifrån litteraturöversiktens uppgifter samt lantbrukarnas bedömning av tillrinning till magasinen. Endast 5 anser tillrinningen otillräcklig.

I tabellform sammanställs lantbrukarnas synpunkter angående vattentillgången i relation till några faktorer som påverkar bevattningsbehovet. Förutom att vattentillgången från magasinet i några fall är otillräcklig begränsar även tiden och maskinkapaciteten möjligheterna att bevattna i den utsträckning som är önskvärd.

Inga större förändringar i grödval har skett efter vattenmagasinet byggnad, däremot har arealen för vissa grödor, t.ex. gurka och bönor, utökats på bekostnad av andra, t.ex. sockerbetor. I några fall har även den totalt brukade arealen ökat.

Drygt hälften (16 st) av lantbrukarna har haft besvär med läckage från magasinet. Endast 3 fall har varit så allvarliga att magasinet måst grävas om. Vågerosion har varit ett annat problem.

Kostnaderna för anläggande av vattenmagasinen i undersökningen ligger mellan knappt 2 och 9 kr per lagrad kubikmeter vatten. I denna kostnad ingår inte utgifter för pumpar, bevattningsmaskiner, elinstallation eller ledningsdragning. Alternativa användningar av magasinet kan bidra till att göra investeringen lönsam. Exempel på sådana användningar är kraft- och fiskodling, jakt (på grund av ökat djurliv runt vattenmagasinet) samt försäljning av matjord eller grus som grävs upp vid anläggandet.

Många lantbrukare nämner att bevattning är arbetsintensivt. Med ett vattenmagasin har man tillgång till vatten hela odlingssäsongen, vilket kan innebära att lantbrukaren tycker att han aldrig är ledig. Några lantbrukare har före magasinsbygget upplevt konflikter med grannar om uttag av bevattningsvatten. De flesta av dessa konflikter försvann i och med anläggandet av magasinet.

Anläggandet av vattenmagasin är ett sätt att öka tillgången på bevattningsvatten under den tid det bäst behövs. Samtidigt slipper man ifrån tillståndsförfarandet, som för länsstyrelserna innebär stor arbetsbelastning och av lantbrukarna uppfattas som krångligt, dyrt och osäkert när det gäller att faktiskt få tillgång till vatten. I förhållande till andra vattenuttag har bevattningen från anlagda magasin även miljömässiga fördelar. Näringsläckaget till Östersjön minskar genom att dräneringsvatten samlas upp och ofta ökar fågel- och djurliv runt vattenmagasinet.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Bergström, S. 1993. Sveriges Hydrologi - grundläggande hydrologiska förhållanden. SMHI/Svenska hydrologiska rådet. Norrköping.
- Bjerketorp, A. 1986. Vattentillgång i små vattendrag. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 11:1-11:8. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning 1. Kalmar Län. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik, Rapport 109). Uppsala.

- Dragland, S. 1975. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- Eriksson, J. 1986. Behov av och tillgång på bevattningsvatten - allmän översikt. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 10:1-10:7. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- Falkenmark, M. 1979. Vatten, resurser - användning - problem. (Jordbruksdepartementet, Ds Jo 1979:8). Stockholm.
- Håkansson, A. 1991. Natur, vatten och miljö i lagstiftningen. Kurskompendium. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik). Uppsala.
- Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1972. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- Johansson, E. 1948. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- Johansson, W. & Linnér, H. 1977. Bevattning Behov - Effekter - Teknik. 1:a uppl. Stockholm: LT
- Jordbruksverket. 1992. Bevattning 2000, Utredning om efterfrågan och tillgång samt förslag till medel för konfliktlösning. Jordbruksverket, 551 82 Jönköping.
- Jørgensen, V. 1976. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- K-Konsult. 1984. Jordbruksbevattning i H-Län, Översiktlig utredning med förslag till säkerställande av bevattningsvatten. Kalmar.
- Kongsrud, K. L. 1970. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.
- Kreuger, J. 1986. cit. Persson, R. & Wesström, I. 1991. Markkemiska effekter av bevattning med östersjövatten på Öland. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 91:2). Uppsala.
- Köningsson, L.-K. 1968. cit. Pousette, J. & Möller, Å. 1972. Ölands hydrogeologi, en översikt. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C Nr 670, Avhandlingar och Uppsatser, Årsbok 66 Nr 1). Stockholm.
- Linnér, H. 1986. Bevattning för optimering av tillväxt, kvalitet och växtnäringsutnyttjande. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 16:1-16:11. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- de Maré, L. 1994. Integrated river basin planning - new approaches to irrigation surface water management. Jordbruksverket, Vattenenheten, 551 82 Jönköping.

- Nilsson, B. 1986. Användning av kommunalt avloppsvatten för bevattning, I. Kvalitativa och kvantitativa problem. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 13:1-13:5. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- Nitsch, U. 1967. cit. Persson, R. & Wesström, I. 1991. Markkemiska effekter av bevattning med östersjövatten på Öland. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 91:2). Uppsala.
- Persson, R. 1984. Vattenmagasin för bevattning. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Rapport 139). Uppsala.
- Persson, R. 1986. Magasin för bevattningsvatten. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 13:1-13:5. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- Persson, R. 1994. Försöksverksamhet i sockerbetor 1993. Sockernäringsens Samarbetskommitté. Staffanstorp.
- Persson, R. & Wesström, I. 1991. Markkemiska effekter av bevattning med östersjövatten på Öland. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 91:2). Uppsala.
- Pousette, J. 1972. Grundvattenundersökningar på Ölands Stora Alvar. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C Nr 675, Avhandlingar och Uppsatser, Årsbok 66 Nr 6). Stockholm.
- Pousette, J. 1974. Fortsatta grundvattenundersökningar på Öland. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C Nr 702, Avhandlingar och Uppsatser, Årsbok 68 Nr 9). Stockholm.
- Pousette, J. & Möller, Å. 1972. Ölands hydrogeologi, en översikt. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C Nr 670, Avhandlingar och Uppsatser, Årsbok 66 Nr 1). Stockholm.
- Pousette, J., Müllern, C-F., Engqvist, P. & Knutsson, G. 1981. Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Kalmar Län. (Sveriges Geologiska Undersökning, Serie Ah, Hydrogeologiska översiktskartor i skala 1:250 000, Nr 1). Uppsala.
- SGU. 1981. Hydrogeologisk karta över Kalmar Län. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. Ah nr 1). Stockholm: LiberKartor.
- SMHI. 1979. Vattenföring i Sverige. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Stockholm: Gotab.
- SMHI. 1980. cit. Pousette, J., Müllern, C-F., Engqvist, P. & Knutsson, G. 1981. Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Kalmar Län. (Sveriges Geologiska Undersökning, Serie Ah, Hydrogeologiska översiktskartor i skala 1:250 000, Nr 1). Uppsala.
- Statistiska Centralbyrån. 1987. Bevattning i jordbruket 1985. (Statistiska medd. J 10 SM 8702). Örebro.
- Statistiska Centralbyrån. 1988. Bevattning inom jordbruket 1985, Redovisning för avrinningsområden. (Statistiska medd. Na 26 SM 8801). Örebro.
- Statistiska Centralbyrån. 1990. Vattenanvändningen i Sverige, Redovisning för kommuner. (Statistiska medd. Na 27 SM 9001). Örebro.
- Strömberg, R. 1984. Vattenlagen med kommentarer. Stockholm, Liber förlag.
- Thorsrud, J. 1958. cit. Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 114). Uppsala.

- Tingström, A. 1986. Användning av kommunalt avloppsvatten för bevattning, II. Erfarenheter från Gotlands kommun. I: Försöksledarmötet 1986 Uppsala, Del 3, s. 14:1-14:4. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 84). Uppsala.
- Weinmann, L. 1989. Ekonomisk analys av bevattning, En fallstudie för Gotland. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi, Lantbrukets driftsekonomi, Examensarbete nr 31). Uppsala.
- Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar, En faktasammanställning, Del IX. Hallands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Rapport 135). Uppsala.

Personliga meddelanden från:

- Statsagronom H. Linnér. 1995. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avd. f. hydroteknik.
- Lantbrukskonsulent B. Thuresson. 1995. Länsstyrelsen i Kalmar Län, Lantbruksenheten.

BILAGA

Frågeformulär

1. Namn:
2. Gårdsbeteckning:
3. Gårdsstorlek (ha):
4. Dammen byggd år:
5. Dammens kapacitet (m³):
6. Areal som bevattnas (ha)
 - a. Före dammbygge: Grödor:
 - b. Efter dammbygge: Grödor:
7. Typ av jordar:
8. Hur var vattentillförseln ordnad före dammbygget?
- 9a. Hur fylls dammen?
 - b. Grund-, yt- eller dräneringsvatten?
10. Har odlingsinriktningen förändrats sedan dammen togs i bruk? (Kontraktsodling etc.)
- 11a. Är dammens dimension tillräcklig, dvs kan du vattna så mycket du vill även torra somrar, hela säsongen?
 - b. Är tillrinningen under höst och vår större/mindre än vad dammen kan svälja?
12. Bevattningsmaskiner, antal och behov av ledningsdragning:
- 13a. Har det uppstått några tekniska problem, läckage etc.?
 - b. Kräver dammen mycket underhåll?
 - c. Kostnader?
14. Hur stora var kostnaderna för anläggning av dammen?
15. Vem utförde projekteringen?
16. Vilka myndigheter var du tvungen att kontakta för tillstånd o. dyl.?
17. Tycker du att dammen lönar sig?
- 18a. Har det uppstått några konflikter med grannar om vattenanvändningen?
 - b. Hur var det före dammbygget?
19. Vilka positiva effekter kan du se med dammen förutom de rent bevattningsmässiga?
20. Finns det några negativa aspekter?

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. AVDELNINGSMEDDELANDE. Fr o m 1992

- 92:1 Rockström, J. Framtidens livsmedelsförsörjning i världens torra regioner: Begränsas den av tillgången på vatten? 106 s.
- 92:2 Kerje, T. Erosionsmätningar i Nicaragua. 35 s.
- 92:3 Burujeny, M. B. Dygnsvariation i bladvattenpotential hos raps och senap. Mätningar och simuleringar. 27 s.
- 92:4 Simonsson, M. Rotstudier i några olika ärtsorter. 15 s.
- 92:5 Malm, P. Spridning av flytgödsel med bevattningsmaskin försedd med lågspridningsramp. 46 s.
- 92:6 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1991 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 105 s.
- 93:1 Jansson, C. Rekonstruktion av naturlig vattenföring i Österdalälven och värdering av regleringsnytta. 30 s + 5 bil.
- 93:2 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1992 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 83 s.
- 93:3 Joel, A. & Wesström, I. Vattenhushållning vid bevattning - en studie av tillämpad bevattningsteknik i Sidi Bouzid-distriktet, Tunisien. 54 s.
- 93:4 Jansson, P-E. SOIL model. User's Manual. Second edition. 65 s.
- 93:5 Danfors, B. & Linnér, H. Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. 86 s.
- 93:6 Jansson, P-E. PLOTPF. User's manual. 33 s.
- 93:7 Båth, A. Studier av rotutveckling och markvattenhalt i försök med marktäckning. 71 s.
- 94:1 Tabell, L. Tjäle i torvjord. 46 s
- 94:2 Halldorf, S. Runoff water as a soil forming factor in arid zones. 62 s.
- 94:3 Jansson, P-E. SOIL model. User's Manual. Third edition. 66 s.
- 94:4 Eckersten, H., Jansson, P-E. & Johnsson, H. SOILN model. User's manual. Second edition. 58 s.
- 94:5 Persson, R. (ed.). Proceedings, NJF-seminar no 247, Agrohydrology and nutrient balances, October 18-20, 1994, Uppsala, Sweden. 111 s.
- 95:1 Alavi, G. Radial stem growth and transpiration of Norway spruce in relation to soil water availability. Granens tillväxt och transpiration i relation till markvattnets tillgänglighet (Licenciatavhandling). 13 + 11 + 14 s.
- 95:2 Johansson, W. & Fellin, O. Biogas från vall. Teknik och ekonomi vid odling, skörd, transporter, ensilering samt rötning med tvåstegsteknik. 38 s.
- 95:3 Svensson, E., Linnér, H. & Carlsson, H. Utvärdering av växtanalys i fabrikspotatis. 53 s.
- 95:4 Andersson, A. Vattentillgångar för bevattning i Kalmar län. I. Litteraturoversikt. II. Intervjuundersökning rörande vattenmagasin. 48 s.